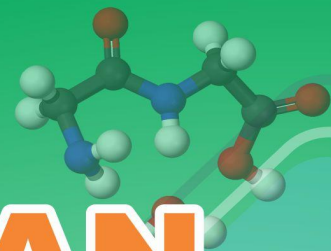


MODUL

PENGELOLAAN LABORATORIUM



NUR AINI JANNAH

UIN RADEN INTAN LAMPUNG



MODUL PENGELOLAAN LABORATORIUM

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Memenuhi
Syarat-Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana S1
Dalam Keilmuan Pendidikan Biologi**

Oleh

NUR AINI JANNAH

NPM : 1111060180

Jurusan : Pendidikan Biologi



Pembimbing : Aryani Dwi Kesuma Wardani,M.Pd

FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG

1442 H / 2020 M

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi pengelolaan laboratorium Biologi di UIN Raden Intan Lampung. Subyek penelitian ini adalah kepala Laboratorium, koordinator laboratorium, staf laboratorium, Laboran Fisika dan Biologi. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa manajemen laboratorium Biologi telah dilaksanakan dengan efektif. Manajemen infrastruktur dan fasilitas telah memenuhi standar, dan mendukung efektifitas laboratorium sains, kelengkapan laboratorium Biologi, kelengkapan formulir administrasi juga sesuai dengan standar yang ditentukan yang telah difungsikan sebagaimana mestinya. monitoring dan evaluasi telah dilakukan dengan kondusif dan tepat. Berdasarkan penelitian ini, peneliti menyimpulkan bahwa pengelolaan laboratorium Biologi telah dilaksanakan dengan efektif.

Abstrak: pengelolaan, laboratorium

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan Rahmat, Inayah, Taufik dan Hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan Modul ini. Semoga Modul ini dapat dipergunakan sebagai salah satu acuan, petunjuk maupun pedoman pembelajaran bagi mahasiswa mengenai pengelolaan laboratorium.

Harapan saya semoga modul ini membantu menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca, sehingga saya dapat memperbaiki bentuk maupun isi modul ini sehingga kedepannya dapat lebih baik.

Saya menyadari bahwa modul ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan modul ini.

Bandar Lampung, September 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penulisan.....	1
BAB II KAJIAN TEORI	
A. PENGERTIAN DAN HAKIKAT PENGELOLAAN LABORATORIUM	
1. Pengertian Pengelolaan Laboratorium	2
2. Hakikat Pengelolaan Laboratorium	3
B. FUNGSI DAN TUJUAN PENGELOLAAN LABORATORIUM	
1. Fungsi Laboratorium	5
2. Pengelolaan Laboratorium.....	5
3. Tujuan Pengelolaan Laboratorium.....	6
C. ADMINISTRASI SERTA ORGANISASI LABORATORIUM	
1. Administrasi laboratorium	7
2. Organisasi Laboratorium	8
D. PENATAAN/DESAIN LABORATORIUM DAN SISTEM KESELAMATAN KERJA	
1. Desain Laboratorium	11
2. Penataan Alat dan Bahan Laboratorium	13
3. Sistem Keselamatan Kerja.....	16
E. PENGENALAN ALAT-ALAT LABORATORIUM	
1. Alat-alat gelas laboratorium	18
2. Alat-alat elektrik di laboratorium.....	22
F. PENGENALAN BAHAN-BAHAN KIMIA	
1. Simbol bahan kimia	24
2. Contoh bahan kimia dan sifatnya.....	

G. FIRE SAFETY

1. Sumber-sumber api dalam laboratorium 31
2. Penyimpanan bahan kimia mudah terbakar 31
3. Aturan keselamatan kerja 32
4. Alat pemadam kebakaran 32
5. Prosedur penyelamatan 34

H. PENGELOLAAN LIMBAH LABORATORIUM

1. Pengertian dan macam-macam Limbah Laboratorium 35
2. Penanganan Limbah Laboratorium 35
3. Pengurangan Limbah Laboratorium 36

I. PERAWATAN DAN PERBAIKAN ALAT-ALAT IPA

1. Pengertian Perawatan dan Perbaikan Alat 37
2. Jenis-jenis Perawatan 37

J. EVALUASI PENGELOLAAN DAN PEMANFAATAN LABORATORIUM

1. Monitoring Pengelolaan dan Pemanfaatan Laboratorium 39
2. Evaluasi Hasil Pengelolaan Laboratorium 39
3. Pelaksana Monitoring dan Evaluasi Serta Pelaporan 40

K. PEMBUATAN HERBARIUM DAN PENGELOLAANNYA

1. Dasar teori 41
2. Alat dan Bahan 42
3. Prosedur kerja 43
4. Mengenal herbarium basah dan kering 44

L. LABORATORIUM STANDAR ISO 17025

1. ISO 17025 46
2. Butir-butir ISO 17025 49
3. Dokumentasi sistem mutu 57

BAB III PENUTUP

1. Simpulan 63
2. Saran 63

DAFTAR PUSTAKA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laboratorium merupakan sebuah sarana yang berbentuk fasilitas untuk menunjang aktivitas dari pendidikan serta pengetahuan, laboratorium terdiri dari berbagai jenis, fungsi yang berbeda satu dengan yang lainnya, seperti laboratorium Bahasa dengan Laboratorium Kimia digunakan untuk tujuan yang berbeda, pada laboratorium bisa dilaksanakan penelitian serta percobaan. Dalam ilmu sains apa yang telah dipelajari apabila langsung dipraktikkan atau dicoba maka akan lebih mudah dalam mencapai pemahaman atau mendalami materi pembelajaran yang diberikan oleh guru serta mempertajam kemampuan motorik siswa.

Didalam laboratorium juga tersedia alat-alat dan bahan yang tersedia untuk melakukan percobaan serta penelitian yang diinginkan, maka oleh sebab itu kami dalam penulisan makalah ini supaya pembaca dapat melakukan pengelolaan yang tepat terhadap laboratorium yang memiliki standard yang baik dan benar. Juga alat dan bahan apa saja yang harus tersedia didalam laboratorium, agar menghindari kejadian yang merugikan dan berbahaya.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Apa itu laboratorium?
- 2) Tujuan dan fungsi laboratorium?
- 3) Apa itu pengelolaan laboratorium?
- 4) Bahan dan peralatan laboratorium?

1.3 Tujuan Penulisan

- 1) Mengetahui apa itu laboratorium?
- 2) Mengetahui tujuan dan fungsi laboratorium?
- 3) Mengetahui pengelolaan laboratorium ?
- 4) Mengetahui bahan dan peralatan laboratorium?

BAB II KAJIAN TEORI

KEGIATAN I

A. PENGERTIAN DAN HAKIKAT LABORATORIUM

1. Pengertian Laboratorium

Laboratorium berasal dari bahasa latin yang bermakna “tempat bekerja”. Selama perkembangannya laboratorium memperthankan arti sejatinya yaitu “tempat bekerja” teristimewa untuk keperluan penelitian ilmiah. Laboratorium adalah suatu ruangan atau kamar tempat melakukan kegiatan praktek atau penelitian yang ditunjang oleh adanya seperangkat alat-alat serta infrastruktur laboratorium yang lengkap (fasilitas air, listrik, gas dsb).

Menurut PP Nomor 19 tahun 2005 mengenai Standar Nasional Pendidikan dan dijabarkan dalam Permendiknas Nomor 24 tahun 2007, laboratorium merupakan tempat untuk mengaplikasikan teori keilmuan, pengujian teoritis, pembuktian uji coba penelitian dengan bantuan alat bantu yang melengkapi kegiatan tersebut. Laboratorium dimaknai sebagai suatu tempat dilakukannya percobaan dan penelitian. (Anonim, 2015)

Laboratorium di dalam pengajaran dimaknai sebagai kelompok mahasiswa yang melakukan pengamatan/percobaan/penelitian dengan bimbingan guru. Laboratorium ada yang tertutup misalnya laboratorium rumah kaca, dan laboratorium kelas sendiri. Bisa juga pada ruangan terbuka seperti kebun sekolah, lingkungan lain yang dapat digunakan sebagai sumber belajar. (Mestika)

Agar suatu tumbuhan dapat terus dilihat keberadaannya, maka pengawetan tumbuhan menjadi alternatif untuk melindungi keberadaan tumbuhan, dan salah satu pengawetan tumbuhan adalah herbarium (Widhy, 2012). Herbarium merupakan suatu spesimen dari bahan tumbuhan yang telah dimatikan dan diawetkan melalui metode tertentu. Dua metode yang digunakan dalam membuat spesimen herbarium, yaitu pengeringan langsung di lapangan dan pengawetan dalam alkohol beberapa lama sebelum dikeringkan (Vogel, 1987). Selanjutnya dikatakan bahwa spesimen herbarium yang ideal adalah spesimen yang memuat bagian tumbuhan seperti akar, batang, daun, bunga, dan buah, tetapi cabang/ranting

dengan daun dan bunga atau buah adalah hal yang sangat penting untuk suatu tujuan identifikasi.

2. Hakikat Laboratorium

Laboratorium merupakan lingkungan utama untuk sains dipraktikkan. Pengalaman laboratorium didasari dengan sifat dari sains itu sendiri dan harus melibatkan program sains untuk siswa. Pengalaman laboratorium dalam prosesnya mendukung pengembangan dan peningkatan pemahaman pengetahuan dan sikap ilmiah siswa. Kegiatan sains mencakup pengalaman individu, kelompok kecil dan kelompok besar. Kemampuan pemecahan masalah juga harus ada dalam konteks pembelajaran dalam laboratorium. Seperti keterampilan investigasi, mengorganisasi, mencipta, dan berkomunikasi. (Sutara, 1999)

Kegiatan laboratorium dapat meningkatkan prestasi dalam ranah berikut ini.

- a) Keterampilan proses, seperti mengamati, mengukur, memanipulasi objek fisik
- b) Keterampilan menganalisis, seperti bernalar, berpikir deduktif, serta berpikir kritis
- c) Keterampilan berkomunikasi, seperti mengorganisasikan informasi dan menulis laporan
- d) Konseptualisasi dari fenomena ilmiah

Laboratorium di perguruan tinggi adalah sarana yang seharusnya mendukung penyelenggaraan tiga ranah pendidikan, afektif, kognitif, psikomotorik. Peraturan Mendikbud no 49 tahun 2014 menyebutkan dalam pasal 31 bahwa laboratorium merupakan salah satu standar prasarana pembelajaran. Laboratorium universitas dikenal sebagai teaching laboratory atau lab pembelajaran. Sehingga untuk program studi bidang sains, laboratorium adalah komponen substansial pembelajaran dan sepatutnya turut ambil bagian dalam visi universitas menjadi research university, meskipun keberadaannya tidak murni diperuntukkan bagi research and development karena juga untuk praktikum. (Rahmania, 2017).

Laboratorium dalam pengajaran dimaksudkan sebagai sekelompok siswa yang melakukan pengamatan/percobaan/penelitian dengan bimbingan guru. Pengertian laboratorium tidak terbatas pada ruangan dengan alat-alat lab tetapi juga lingkungan yang bisa dijadikan sumber belajar juga dapat dimanfaatkan sebagai laboratorium.

Kegiatan laboratorium dapat meningkatkan prestasi siswa dalam ranah keterampilan proses, menganalisis, berkomunikasi dan konseptualisasi dari fenomena sains. Sehingga, pengalaman laboratorium merupakan hal yang penting dalam proses peningkatan kognitif, afektif, dan psikomotorik serta sikap ilmiah mahasiswa.

Kegiatan Belajar II

B. FUNGSI DAN TUJUAN PENGELOLAAN LABORATORIUM

1. Fungsi Laboratorium

Fungsi laboratorium yaitu sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran IPA yang secara prakteknya membutuhkan alat-alat khusus yang tidak tersedia di ruang kelas. Selain itu, fungsi laboratorium sebagai sumber belajar mengajar, sebagai metode pengamatan dan metode percobaan, sebagai sarana/wadah dalam proses belajar mengajar.

Secara garis besar fungsi laboratorium adalah sebagai:

- a) Memberikan kelengkapan bagi pelajaran teori yang membutuhkan praktek
- b) Memberikan keterampilan kerja ilmiah bagi siswa/mahasiswa
- c) Menumbuhkan keberanian untuk mencari hakikat kebenaran ilmiah dari suatu obyek
- d) Memupuk keterampilan proses dalam menggunakan alat dan bahan
- e) Meningkatkan sikap ilmiah yang meliputi rasa ingin tahu, skeptis, berpikir kritis, bekerja sama dan bertanggung jawab. (Anonim, 2015)

2. Pengelolaan Laboratorium

Merupakan suatu proses pendayagunaan sumber daya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu sasaran yang diharapkan secara optimal dengan memperhatikan keberlanjutan fungsi sumber daya. Pengelolaan baiknya dijalankan berkaitan dengan unsur-unsur atau fungsi-fungsi manajemen, meliputi perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian dan pengendalian.

Perencanaan merupakan sebuah proses pemikiran yang sistematis, analisis dan logis tentang kegiatan yang harus dilakukan, langkah-langkah, metode, SDM, tenaga dan dana yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan secara efektif dan efisien. Perencanaan dimaksudkan untuk merencanakan konsep dari suatu laboratorium itu sendiri. Pengorganisasian adalah proses mengatur tugas, wewenang dan tanggung jawab setiap individu dalam manajemen untuk mencapai suatu keutuhan guna mencapai tujuan yang telah direncanakan.

Pengkoordinasian adalah rangkaian aktivitas menghubungkan, menyatupadankan dan menyleraskan orang-orang dan pekerjaanya sehingga semuanya berlangsung secara tertib dan seirama. Pengendalian dapat diartikan sebagai fungsi manajemen guna memastikan bahwa kegiatan dalam organisasi dilakukan sesuai dengan yang sudah direncanakan. Fungsi pengendalian untuk membandingkan kinerja aktual seseorang dengan dtandar yang ditentukan.

Pengelolaan laboratorium yang baik dan efisien membutuhkan keterlibatan dari semua pihak. Tidak hanya persona laboratorium namun juga harus menuntut kesedaran dari siswa atau mahasiswa. Kesadaran kedua belah pihak inilah yang akan menjadikan fungsi laboratorium dan pengelolaannya berjalan dengan baik.

3. Tujuan Pengelolaan Laboratorium

Pengelolaan laboratorium secara garis besar bertujuan untuk

- a) Mengetahui kapan pelaksanaan dan selesainya suatu kegiatan
- b) Mengetahui siapa saja yang terlibat
- c) Mendapatkan kegiatan yang sistematis
- d) Memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai kegiatan lab
- e) Mendeteksi hambatan kesulitan
- f) Mengarahkan pada pencapaian (Jamaludin, 2017)

Rangkuman

Fungsi laboratorium sebagai sumber belajar mengajar, sebagai metode pengamatan dan metode percobaan, sebagai sarana/wadah dalam proses belajar mengajar. Pengelolan laboratorium meliputi aspek perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian dan pengendalian.

KEGIATAN 3

C. ADMINITRASI SERTA ORGANISASI LABORATORIUM

1. Administrasi Laboratorium

Pengelolaan laboratorium yang baik ditentukan oleh beberapa faktor yang saling berkaitan. Beberapa peralatan laboratorium yang canggih, staf profesional yang terampil belum tentu dapat berfungsi dengan baik, jika tidak didukung oleh manajemen atau pengelolaan. Salah satunya yitu administrasi laboratorium. Administrasi laboratorium meliputi segala kegiatan administrasi yang ada di laboratorium.

Pengadministrasian sering juga disebut sebagai kegiatan menginventaris. Inventaris adalah suatu kegiatan dan usaha untuk menyediakan catatn tentang semua fasilitas, barang-barang yang dimiliki oleh laboratorium. Dengan kegiatan inventarisasi yang memadai akan dapat diperoleh pedoman untuk mempersiapkan anggaran atau mempersiapkan kegiatan pada kegiatan yang akan datang. Inventarisasi ini berhubungan dengan pengadaan alat dan bahan, fasilitas dll.

Kegiatan inventarisasi atau admiistrasi ini merupakan kegiatan yang rutin yang berkesinambungan, maka kegiatan administrasi ini perlu dipersiapkan dan dilaksanakan secara berkala dengan baik dan teratur. Meninjau kembali bahwa peralatan laboratorium sangat banyak serta infrastrukturnya maka dirasa perlu untuk mengatur menurut tatanan yang mudah dan dapat dimengerti oleh praktikan, staf pengajar, laboran maupun pemakai/user lainnya. Keadaan peralatan laboratorium dan bahan-bahan yang tersedia selalu cepat berubah atau berpindah tangan, maka perlu penanganan yang seirus. Secara rinci alasan administrasi laboratorium perlu dilaksanakan adalah sebagai berikut.

- a) Untuk memperoleh informasi tentang keadaan laboratorium dengan cepat dan mudah
- b) Untuk pendataan semua peralatan yang ada, termasuk bahan kimia, hardware, software lainnya yang ada dalam laboratorium secara rinci

- c) Sebagai pusat informasi data
- d) Membina kegiatan laboratorium yang lebih baik dan teratur
- e) Mengatur tata cara pemesanan alat
- f) Sebagai sistem evaluasi dan pelaporan

Adapun daftar yang digunakan dalam administrasi laboratorium diantaranya adalah sebagai berikut.

- 1) Daftar pemesana alat lab
- 2) Daftar inventarisasi peralatan lab
- 3) Daftar alat-alat gelas
- 4) Daftar bahan kimia
- 5) Daftar peminjaman/pengembalian
- 6) Daftar pemakaian alat
- 7) Daftar servis alat-alat
- 8) Daftar inventarisasi bahan/zat
- 9) Daftar penanggung jawab pemakaian alat dan bahan

Pengadministrasian alat dan bahan laboratorium, pada dasarnya dapat dilakukan oleh staf administrasi sekolah, bersama-sama dengan pengadministrasi barang inventaris dan bahan untuk keperluan sekolah. Hal-hal yang paling penting dicatat adalah nama alat, jumlah/banyaknya, spesifikasinya dan tanggal pengadaan atau tanggal dikeluarkannya alat atau bahan. Pencatatan administrasi ini dapat dilakukan secara manual atau dengan program database dikomputer. (Riandi)

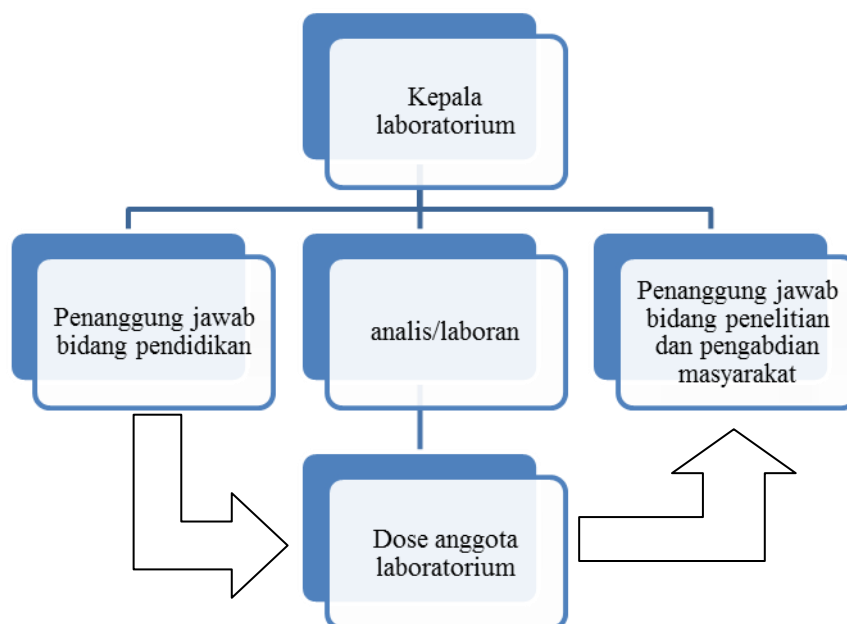
2. Organisasi Laboratorium

Organisasi laboratorium adalah suatu sistem kerjasama dari kelompok orang, barang, atau unit tertentu tentang laboratorium, untuk mencapai tujuan. Mengorganisasikan laboratorium IPA berarti menyusun sekelompok orang atau petugas dan sumberdaya yang lain untuk melaksanakan suatu rencana atau program guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan dengan cara yang paling berdaya guna terhadap laboratorium.

Agar kesinambungan daya guna laboratorium dapat dimajukan, laboratorium perlu dikelola secara baik. Salah satu bagian dari pengelola lab adalah staf atau personal laboratorium. Staf atau personal laboratorium mempunyai tanggung jawab terhadap efektifitas dan efisiensi laboratorium termasuk fasilitas, alat-alat dan bahan kimia lab.

Pada sekolah menengah, biasanya laboratorium dikelola oleh seorang penanggung jawab laboratorium yang diangkat dari salah seorang guru IPA. Di perguruan tinggi yang bertindak sebagai penanggung jawab adalah kepala laboratorium yang diangkat oleh ketua jurusan atau pemimpin tertinggi, tergantung status laboratoriumnya apakah laboratorium pusat atau laboratorium jurusan. (Jamaludin, 2017)

Selain pengelola laboratorium, biasanya juga terdapat teknisi dan laboran laboratorium. Tugasnya untuk membantu penyiapan alat dan bahan untuk praktikum atau penelitian, pengecekan secara periodic, pemeliharaan dan penyimpanan alat dan bahan. Agar kinerja pengelola laboratorium berjalan dengan baik, perlu disusun struktur organisasi laboratorium. Berikut contoh struktur organisasi laboratorium.





Rangkuman

- Administrasi adalah rangkaian kegiatan bersama sekelompok manusia secara sistematis untuk menjalankan roda suatu organisasi yang didasarkan pada suatu tujuan tertentu
- Tujuan administrasi merupakan suatu proses pencatatan atau inventarisasi fasilitas dan aktifitas laboratorium supaya semua kegiatan dapat berjalan dengan baik
- Organisasi laboratorium adalah suatu sistem kerjasama dari kelompok orang, barang, atau unit tertentu tentang laboratorium, untuk mencapai tujuan
- Organisasi laboratorium secara umum terdiri dari kepala lab, dosen anggota lab, analis/laboran, teknisi, penanggungjawab bidang pendidikan dan penangnggung jawab bidang penelitian

KEGIATAN 4

D. PENATAAN/DESAIN DAN SISTEM KESELAMATAN KERJA LABORATORIUM

1. Desain Laboratorium

Desain suatu laboratorium harus memenuhi tiga syarat, yaitu kesehatan dan keamanan kerja, rasa nyaman dan efisien energi. Laboratorium harus didesain untuk memenuhi keamanan dan kesehatan kerja bagi orang yang bekerja di laboratorium. Banyak bahan-bahan kimia atau bahan-bahan biologi yang berbahaya dan digunakan dalam kegiatan laboratorium. Oleh karena itu keamanan dan keselamatan kerja harus menjadi prioritas utama. Kenyamanan laboratorium juga harus menjadi perhatian karena laboratorium yang engap dan panas karena kurang udara akan mengganggu kesehatan. Oleh karena itu laboratorium harus memiliki ventilasi yang baik.

Standar laboratorium berikut dijadikan referensi dalam mendesain laboratorium sains.

a) Ukuran dan lokasi

Ruangan laboratorium baiknya berbentuk persegi empat atau yang mendekati dengan ukuran tertentu. Standar yang berlaku di Inggris menyebutkan ruang seluas sekitar 3 m². Ukuran standar laboratorium yang diperuntukkan bagi 30 siswa seluas 90 m² dengan rasio perbandingan panjang dan lebar antara 1: 0,8 atau 1: 1,1. Ruang laboratorium sebaiknya tidak memiliki pilar (tiang) di tengahnya sehingga pemandangan guru tidak terganggu. Setiap laboratorium wajib memiliki ruang persiapan (*preparation room*) yang dapat digunakan untuk menyiapkan kegiatan praktikum, perbaikan peralatan maupun penyimpanan alat dan bahan. Satu ruang persiapan dapat digunakan untuk satu atau dua laboratorium yang berdekatan. Ruang persiapan disarankan memiliki ukuran sekitar 45 m².

Lokasi laboratorium sangat disarankan untuk berdekatan satu dengan yang lain sehingga memudahkan administrasi dan pengelolaannya. Apabila

bangunan laboratorium bertingkat, maka tempat penyimpanan bahan kimia atau laboratorium kimia perlu mendapat perhatian khusus. Laboratorium tersebut harus ditempatkan pada bagian paling atas untuk menjaga bahaya gas atau debu yang keluar dari bahan kimia atau lemari asam.

b) Pintu Masuk

Setiap laboratorium umumnya memiliki dua pintu masuk yang ada diujung ruangan. Salah satu pintunya sebagai pintu darurat yang harus bisa dibuka dari dalam. Semua pintu dan jalan tidak boleh terhalang oleh apapun seperti meja atau kursi sehingga tidak mengganggu jika dalam kondisi darurat. Pintu didesain dengan dua daun pintu sehingga memudahkan keluar masuk jika peralatan laboratorium berukuran besar.

c) Ventilasi

Ventilasi harus didesain agar udara dalam laboratorium tidak engap atau panas. Prinsip dasar pembuatan ventilasi adalah jumlah udara yang keluar dan masuk harus sama atau udara yang masuk ke dalam laboratorium harus keluar sehingga volume udara di dalam laboratorium selalu tetap dan konstan.

Fasilitas yang direkomendasikan harus ada dalam laboratorium sains diantaranya adalah

- a. Meja dan kursi
- b. Meja demonstrasi
- c. Lemari asam
- d. Lemari tas
- e. Listrik
- f. Air dan bak air
- g. Fasilitas emergency
- h. Fasilitas sterilisasi (Sisunandar, 2015)

2. Penataan alat dan bahan laboratorium

Penataan (*ordering*) alat dimaksudkan dengan proses pengaturan alat di laboratorium agar tertata dengan baik. Penataan alat laboratorium bertujuan agar alat-alat tersebut tersusun secara teratur, indah dipandang (estetis) mudah dan aman dalam pengambilan dalam arti tidak terhalangi atau mengganggu peralatan lain, terpelihara identitas atau mengganggu perakatan lain, terpelihara identitas dan presisi alat, serta terkontrol jumlahnya dari kehilangan. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan di dalam penataan alat terutama cara penyimpanannya, di antaranya:

- a) Fungsi alat
- b) Kualitas alat
- c) Keperangkatan
- d) Nilai atau harga alat
- e) Kuantitas alat termasuk kelangkaannya
- f) Sifat alat termasuk kepekaannya
- g) Bahan dasar penyusunan alat
- h) Bentuk dan ukuran alat
- i) Bobot dan berat alat

Dasar pelaksanaan penataan alat didasarkan pada prinsip yaitu : prinsip kemudahan untuk mempergunakan alat, prinsip keamanan alat, prinsip kerapian alat, prinsip keterawatan alat, prinsip pengoperasian alat, prinsip efektifitas. Tujuan penataan alat di laboratorium adalah : Mengurangi hambatan dalam upaya melaksanakan suatu pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya, memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna/pekerja/operator, memaksimalkan penggunaan peralatan, memberikan hasil yang maksimal dengan pendanaan yang minimal, mempermudah pengawasan. Selain hal tersebut di atas, maka perlu juga dipertimbangkan yang berkaitan dengan ada tidaknya ruang persiapan atau ada tidaknya gudang penyimpanan alat seperti rak, lemari atau alat-lat lainnya disesuaikan dengan keadaan laboratorium berdasarkan fasilitas dan susunan

laboratorium. Penampatan alat-alat di laboratorium disesuaikan dengan kepentingan pemakai alat tersebut seperti keamanan penyimpanan dan pengambilannya, seberapa sering

Penyimpanan alat selain berdasarkan hal-hal diatas, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Mikroskop disimpan dalam lemari terpisah dengan zat higroskopis untuk menjaga agar udara tetap kering dan mencegah tumbuhnya jamur.
2. Alat berbentuk set, penyimpanannya harus dalam bentuk set.
3. Ada alat yang harus disimpan berdiri, misalnya higrometer, neraca lengan dan beakerglass.
4. Alat yang memiliki bobot relatif berat, disimpan pada tempat yang tingginya tidak melebihi tinggi bahu.
5. Penyimpanan alat perlu memperhatikan frekuensi pemakaian alat. Apabila alat itu sering dipakai maka alat tersebut disimpan pada tempat yang mudah diambil.
6. Alat-alat yang boleh diambil oleh siswa dengan sepengetahuan guru pembimbing, hendaknya diletakkan pada meja demonstrasi atau di lemari di bawah meja keramik yang menempel di dinding. Contoh alat yang dapat diletakkan di meja demonstrasi adalah: kaki tiga, asbes dengan kasa dan tabung reaksi

Penataan bahan dilaboratorim adalah tata cara pengaturan dan penyimpanan bahan- bahan yang dipergunakan dalam kegiatan penggunaan pembelajaran di laboratorium. Penataan dan penyimpanan bahan tersebut berdasarkan wujud bahan yaitu bahan padat atau bahan cair, dan sifat bahan asam dan basah sifat, bahaya atau orosif racun, mudah terbakar dan lain-lain. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penataan dan penyimpanan bahan yaitu :

- a) Bersihkan ruang dan penyimpanan bahan
- b) Periksa dan data ulang bahan yang ada
- c) Kelompokkan bahan berdasarkan yang ada berdasarkan keadaan bahan.

- d) Penyimpanan dan penataan disesuaikan dengan keadaan laboratorium
- e) Pisahkan antara bahan yang padat dan cair, pisahkan antara bahan asam dan bahan basah, atau bahan yang beracun dan bahan yang mudah terbakar.
- f) Perhatikan posisi bahan yang berbahaya tidak disimpan di atas tinggi badan .
- g) Semua bahan kimia diberi label dan bahan yang peka dengan cahaya dimasukkan dalam botol coklat, dan bahan yang mudah menguap disimpan pada tempat yang sejuk dan hindarkan dari cahaya langsung.

Penyimpanan bahan-bahan ini disesuaikan dengan kebutuhan dan kecepatan pemakaiannya, jumlahnya diupayakan sedikit mungkin. Cara-cara penyimpanan bahan kimia ini disesuaikan dengan sifat-sifat bahayanya seperti dibawah ini:

- a. Bahan-bahan kimia yang mudah meledak (eksplosif) dapat disimpan ditempat (bangunan) yang terisolir dari bangunan-bangunan lainnya dilengkapi dengan pintu tahan api.
- b. Bahan-bahan kimia yang mudah menguap dan terbakar disimpan ditempat yang jauh dari sumber api.
- c. Bahan-bahan yang mudah menguap dan bertekanan tinggi harus dilindungi dari cahaya matahari .Ventilasi udara dalam ruangan harus baik.
- d. Bahan-bahan oksidator jangan ditempatkan bersana dengan bahan-bahan yang mudah terbakar (bahan organik dan perediksi) Ventilasi udara dalam ruangan harus baik.
- e. Bahan-bahan korosif disimpan ditempat yang kering ,suhunya rendah namun tidak dibawah titik bekunya.
- f. Bahan kimia yang mudah bereaksi dengan air, disimpan ditempat yang jauh dari sumber air.
- g. Bahan kimia yang bila disimpan ditempat yang sama dapat menimbulkan reaksi yang merugikan (panas yang tinggi ,zat baru yang bersifat racun)

- h. Bahan-bahan kimia yang mudah terurai membentuk racun apabila berhubungan dengan panas, air atau asam tidak diperkenankan disimpan berdekatan dengan bahan-bahan kimia yang mudah menyala atau menguap. Suhu ruangan harus rendah dan kering. (Jamaludin, 2017)

3. Sistem Keselamatan Kerja

Bekerja di laboratorium dengan menggunakan berbagai zat kimia dan peralatan-peralatan modern adalah berbahaya. Akan tetapi, jika orang-orang yang bekerja di laboratorium peka dan betul-betul memperhatikan cara penggunaan zat kimia dan alat-alat tersebut, maka laboratorium dapat menjadi tempat dengan tingkat bahaya seperti rumah tinggal. Setiap praktikan bertanggung jawab untuk melaksanakan percobaan-percobaannya dengan cara-cara yang aman tanpa membahayakan diri sendiri maupun orang lain. Oleh karena itu setiap praktikan berkewajiban untuk mempelajari dan mengamati dengan seksama aturan-aturan keselamatan kerja di laboratorium. Biasanya peraturan umum laboratorium menggunakan kata “selalu” dan “tidak pernah”

SELALU

- Memahami prosedur keselamatan kerja
- Berpakaian kerja untuk di laboratorium: menggunakan alat pelindung diri (personal protective equipment / PPE) selama berada di laboratorium
- Mencuci tangan sebelum meninggalkan laboratorium
- Membaca instruksi dengan baik sebelum melakukan percobaan
- Memeriksa peralatan apakah sudah terpasang dengan

TIDAK PERNAH

- ❖ Makan, minum dan merokok di laboratorium
- ❖ Menghirup, memegang atau mencicipi zat kimia
- ❖ Berlari-lari di laboratorium
- ❖ Bekerja sendiri
- ❖ Melaksanakan percobaan yang tidak ada kepentingannya. (Sisunadar, 2015)



Rangkuman

- Desain suatu laboratorium harus memenuhi tiga syarat, yaitu kesehatan dan keamanan kerja, rasa nyaman dan efisien energi.
- Dasar pelaksanaan penataan alat didasarkan pada prinsip yaitu : prinsip kemudahan untuk mempergunakan alat, prinsip keamanan alat, prinsip kerapian alat, prinsip keterawatan alat, prinsip pengoperasian alat, prinsip efektifitas.
- Penataan dan penyimpanan bahan tersebut berdasarkan wujud bahan yaitu bahan padat atau bahan cair, dan sifat bahan asam dan basah sifat, bahaya atau orosif racun, mudah terbakar dan lain-lain.

KEGIATAN 5

E. PENGENALAN ALAT-ALAT LABORATORIUM

Sebelum melakukan sebuah penelitian/praktikum siswa/mahasiswa perlu mengenal terlebih dahulu peralatan dalam laboratorium. Hal ini wajib dilakukan agar tidak terjadi kesalahan saat sedang melakukan praktikum. Peralatan laboratorium hampir semuanya adalah alat-alat yang terbuat dari kaca dan mudah pecah jika tidak tahu penggunaannya secara tepat.

1. Alat Gelas dan Non Gelas

Kaca atau gelas dipilih sebagai bahan pembuatan peralatan karena mempunyai sifat yang menguntungkan, diantaranya tembus cahaya atau tembus pandang (*opaque*), kaku (*rigid*), tidak mudah bereaksi dengan bahan kimia, mempunyai titik didih tinggi sehingga tidak mudah meleleh terutama pada pemanasan biasa, tahan terhadap perubahan suhu khususnya tahan panas yang ditandai dengan *Pyrex* (Baharuddin dan Aziz, 2013).

Beberapa peralatan gelas sederhana yang digunakan di dalam laboratorium berikut kegunaan dan tekniknya adalah sebagai berikut.

- a) Gelas arloji digunakan untuk penimbangan zat dalam bentuk padat. Sebelum digunakan gelas arloji harus dicuci dan dikeringkan, kemudian ditimbang. Bahan yang hendak ditimbang kemudian diletakkan di atas gelas dan ditimbang kembali.
- b) Pipet tetes digunakan untuk mengambil zat cair dalam jumlah kecil. Teknik memegang pipet, pipet dipegang dengan tangan kanan (lima jari, bukan dua jari). Ibu jari memegang karet pemompa untuk mengambil dan melepaskan cairan dari pipet. Cara mengeluarkan cairan harus tetes demi tetes.

- c) Pipet ukur digunakan untuk mengukur volume cairan dengan tepat. Pipet ukur tersedia dalam ukuran 5 cm, 10 cm, 25 cm, 50 cm dan seterusnya. Dalam mengosongkan pipet, pipet berada pada posisi condong dengan jari telunjuk menutup bagian atas pipet. Jari telunjuk digunakan untuk mengatur keluarnya cairan dari pipet dengan membuka dan menutup bagian atas pipet tersebut.
- d) Pipet volum digunakan untuk mengambil cairan sesuai volume yang diinginkan secara tepat. Ukuran pipet juga bervariasi 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm dan seterusnya. Prosedur pemakaian sama dengan pipet ukur dan pipet gondok. Pada pipet gondok terdapat bagian yang membesar dibagian tengah pipet, untuk mengantisipasi terlewatnya batas pengambilan untuk cairan-cairan yang berbahaya.
- e) Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume cairan dengan tingkat ketelitian di bawah pipet ukur dan volume. Tersedia dalam berbagai ukuran 5 cm, 10 cm, 25 cm, 50 cm dan seterusnya.
- f) Gelas beaker digunakan sebagai tempat larutan untuk memanaskan larutan, menguapkan pelarut pemekatan dan melarutkan zat-zat sebelum diencerkan dalam labu takar. Gelas beaker memiliki *grade* angka yang menunjukkan volume tetapi tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai pengukur volume. Tersedia dalam berbagai ukuran 5 cm, 10 cm, 25 cm, 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm dan seterusnya.
- g) Labu takar digunakan untuk mengencerkan larutan atau membuat larutan dari zat padat untuk mendapatkan konsentrasi yang tepat. Labu takar tersedia dalam berbagai ukuran 10 cm, 25 cm, 50 cm, 100 cm, 250 cm dan seterusnya. Setiap labu takar memiliki tanda (*grade*). Larutan yang diencerkan atau dipreparasi dimasukkan ke dalam labu kemudian

diencerkan dengan menambahkan pelarut sedikit demi sedikit hingga mencapai tanda. Selanjutnya larutan dikocok untuk memperoleh keadaan yang homogen.

- h) Erlenmeyer digunakan untuk meletakkan larutan yang dititrasi. Erlenmeyer tersedia dalam berbagai ukuran 25 cm, 50 cm, 150 cm, 250 cm dan seterusnya.
- i) Batang Pengaduk digunakan sesuai namanya yaitu untuk mengaduk campuran-campuran, mengaduk untuk membantu pelarutan dan untuk membantu proses penuangan atau pemindahan larutan dari satu wadah ke wadah yang lain.
- j) Corong gelas dan kertas saring, corong saring digunakan untuk membantu memindahkan cairan ke dalam wadah yang bermulut kecil dan membantu proses pemisahan padatan dari larutannya dengan bantuan kertas saring. Kertas saring tersedia dalam berbagai ukuran pori. Pemilihan kertas saring Whatman 42 atau sebaliknya partikel kristal lembut tidak bisa dipisahkan dari larutannya bila menggunakan kertas saring biasa.
- k) Buret digunakan untuk mengalirkan larutan standar pada saat titrasi kemudian volume larutan standar yang dikonsumsi dihitung dari penurunan tinggi larutan di dalam buret. Buret tersedia dalam berbagai ukuran 25 cm, 50 cm bahkan tersedia juga ukuran mikro yang dikenal dengan mikro buret. (Bahruddin dan Aziz, 2013)

Selain peralatan yang terbuat dari kaca atau gelas. Di dalam laboratorium juga menggunakan peralatan non gelas. Peralatan non gelas ini bukan termasuk peralatan utama saat praktikum/penelitian. Sehingga apabila peralatan ini tidak tersedia dapat digantikan dengan peralatan lainnya yang masih mempunyai fungsi

yang sama. Meski begitu, peralatan non gelas harus tetap ada dalam laboratorium, guna menunjang keberhasilan dan sempurnanya sebuah kegiatan di laboratorium.

Beberapa peralatan non gelas yang umum digunakan dan tersedia dalam laboratorium adalah sebagai berikut.

- 1) Lumpang dan Alu digunakan untuk menghaluskan bahan organik dan anorganik sebelum dilakukan perlakuan.
- 2) Rak tabung digunakan sebagai tempat meletakkan tabung reaksi.
- 3) Statif digunakan untuk menopang peralatan gelas.
- 4) Bulb digunakan untuk membantu mengambil larutan ke dalam pipet.
- 5) Pembakar spiritus digunakan untuk memanaskan larutan.
- 6) Kawat Kasa (*Wire Gauze*) digunakan sebagai alas gelas kimia atau erlenmeyer pada saat pemanasan.
- 7) Klem digunakan bersamaan dengan statif.
- 8) Kaki tiga digunakan dalam proses pemanasan dengan menggunakan bunzen dan kasa.
- 9) Sikat tabung digunakan untuk membersihkan tabung
- 10) Penjepit Porselin digunakan untuk menjepit krus porselin pada saat dimasukkan ataupun dikeluarkan dari oven atau tanur.

Di dalam laboratorium juga biasanya dibutuhkan alat-alat untuk pengukuran suatu volume/zat/bahan. Berbagai macam peralatan ukur baik yang mekanis, analog elektronik, maupun digital elektronik sangat di perlukan dalam berbagai percobaan di laboratorium. Beberapa peralatan ukur yang umumnya harus tersedia dalam laboratorium adalah sebagai berikut.

- a. Neraca analitik berfungsi untuk menimbang zat
- b. Piknometer berfungsi untuk mengukur massa jenis zat cair
- c. Ph meter berfungsi mengukur Ph suatu larutan

- d. Termometer berfungsi mengukur suhu
 - e. Multimeter berfungsi mengukur tegangan, hambatan dan arus listrik
- (Bahruddin dan Aziz, 2013)

2. Alat-Alat Elektrik

- a) Mikroskop Cahaya; Mikroskop cahaya adalah peralatan untuk melihat sel-sel yang berukuran sangat kecil dan tidak dapat dilihat oleh mata telanjang.
- b) Autoklaf: alat untuk mensterilkan berbagai macam alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan mikrobiologi menggunakan uap air panas bertekanan. Tekanan yang digunakan yaitu 15 Psi atau sekitar 2 atm dengan suhu 121°C. Lama sterilisasi menggunakan autoklaf adalah 15 menit.
- c) Incubator: alat untuk menginkubasi atau memeram mikroba pada suhu yang terkontrol
- d) Hot plate dan stirrer bar; berfungsi untuk menghomogenkan suatu larutan dengan pengadukan
- e) Colony counter: mempermudah perhitungan koloni yang tumbuh setelah inkubasi di dalam cawan karena adanya kaca pembesar
- f) *Biological safety cabinet* (BSC): atau *laminar air flow* alat yang berguna untuk bekerja secara septis karena bsc mempunyai pola pengaturan dan penyaring aliran udara sehingga menjadi steril dan aplikasi sinar UV beberapa jam sebelum digunakan.
- g) Mikropipet: alat untuk memindahkan cairan yang bervolume cukup kecil, biasanya kurang dari 1.000 ul. (Lestanto Unggul Widodo)



Rangkuman

Peralatan dalam laboratorium pada umumnya terbuat dari gelas atau kaca hal ini karena bahan tersebut dapat tembus pandang dan ringan untuk digunakan. Meskipun begitu dalam laboratorium juga harus disediakan peralatan non gelas untuk menunjang kegiatan praktikum atau kegiatan lainnya di laboratorium. Peralatan gelas diantaranya adalah beaker glass, cawan petri, gelas ukur, labu erlemeyer, labu ukur, batang pengaduk, corong gelas, pipet volume, buret. Sedangkan peralatan non gelas seperti lumpang/alu, rak tabung reaksi, pembakar spirtus,, statif, kaki tiga dll. Peralatan elektrik meliputi mikroskop, autoklaf, LAF, inkubator, colony counter, mikropipet, hot plate.

KEGIATAN 6

F. PENGENALAN BAHAN-BAHAN KIMIA LABORATORIUM


Bahan kimia adalah kebutuhan wajib dan mutlak bagi suatu laboratorium. Prinsipnya semua bahan kimia harus dianggap berbahaya dan memiliki potensi toksitas. Ada beberapa bahan kimia yang memang harus ditangani dengan penuh kehati-hatian. Untuk itu saat pembelian bahan kimia harus diberi label atau simbol bahaya. Hal ini diatur dalam Peraturan tentang Bahan Berbahaya. Berikut adalah gambar simbol-simbol bahan kimia yang wajib dipahami oleh semua orang yang bekerja dalam bidang laboratorium.










Gambar. Simbol Bahaya Bahan Kimia




Penjelasan simbol atau notasi berbahaya adalah sebagai berikut. (Hasan, 2015)

Tabel 1 Simbol Bahaya Bahan Kimia

No	Simbol	Keterangan
1		<p>Nama : Explosive</p> <p>Lambang : E</p> <p>Arti : Bahan kimia yang mudah meledak dengan adanya panas atau percikan bunga api, gesekan atau benturan.</p> <p>Tindakan : Hindari pukulan/benturan, gesekan, pemanasan, api dan sumber nyala lain bahkan tanpa oksigen atmosferik.</p> <p>Contoh : KClO_3, NH_4NO_3, Trinitro Toluena (TNT).</p>

No	Simbol	Keterangan
2		<p>Nama : Oxidizing</p> <p>Lambang : O</p> <p>Arti : Bahan kimia bersifat pengoksidasi, dapat menyebabkan kebakaran dengan menghasilkan panas saat kontak dengan bahan organik dan bahan pereduksi.</p> <p>Tindakan : Hindarkan dari panas dan reduktor.</p> <p>Contoh : Hidrogen peroksida, Kalium perklorat.</p>
3		<p>Nama : Flammable</p> <p>Arti : Bahan kimia yang mempunyai titik nyala rendah, mudah terbakar dengan api bunsen, permukaan metal panas atau loncatan bunga api.</p> <p>Tindakan : Jauhkan dari benda-benda yang berpotensi mengeluarkan api.</p> <p>Contoh : Minyak terpentin.</p>
4		<p>Nama : Highly Flammable</p> <p>Lambang : F</p> <p>Arti : Mudah terbakar di bawah kondisi atmosferik biasa atau mempunyai titik nyala rendah (di bawah 21°C) dan mudah terbakar di bawah pengaruh kelembapan.</p> <p>Tindakan : Hindari dari sumber api, api terbuka dan loncatan api, serta hindari pengaruh pada kelembaban tertentu.</p> <p>Contoh : Aseton dan Logam natrium.</p>
5		<p>Nama : Extremely Flammable</p> <p>Lambang : F+</p> <p>Arti : Bahan yang amat sangat mudah terbakar. Berupa gas dan udara yang membentuk suatu campuran yang bersifat mudah meledak di bawah kondisi normal.</p>

No	Simbol	Keterangan
		<p>Tindakan : Jauhkan dari campuran udara dan sumber api.</p> <p>Contoh : Dietil eter (cairan) dan Propane (gas).</p>
6		<p>Nama : Very Toxic</p> <p>Lambang : T+</p> <p>Arti : Bahan yang bersifat sangat beracun dan lebih sangat berbahaya bagi kesehatan yang juga dapat menyebabkan sakit kronis bahkan kematian.</p> <p>Tindakan : Hindari kontak langsung dengan tubuh dan sistem pernapasan.</p> <p>Contoh : Kalium sianida, Hydrogen sulfida, Nitrobenzene dan Atripin.</p>
7		<p>Nama : Toxic</p> <p>Lambang : T</p> <p>Arti : Bahan yang bersifat beracun, dapat menyebabkan sakit serius bahkan kematian bila tertelan atau terhirup.</p> <p>Tindakan : Jangan ditelan dan jangan dihirup, hindari kontak langsung dengan kulit.</p> <p>Contoh : Metanol, Benzena.</p>
8		<p>Nama : Corrosive</p> <p>Lambang : C</p> <p>Arti : Bahan yang bersifat korosif, dapat merusak jaringan hidup, dapat menyebabkan iritasi pada kulit, gatal-gatal dan dapat membuat kulit mengelupas.</p> <p>Tindakan : Hindari kontak langsung dengan kulit dan hindari dari benda-benda yang bersifat logam.</p> <p>Contoh : HCl, H₂SO₄, NaOH (>2%)</p>

No	Simbol	Keterangan
9		<p>Nama : Irritant</p> <p>Lambang : Xi</p> <p>Arti : Bahan yang dapat menyebabkan iritasi, gatal-gatal dan dapat menyebabkan luka bakar pada kulit.</p> <p>Tindakan : Hindari kontak langsung dengan kulit.</p> <p>Contoh : NaOH, C₆H₅OH, Cl₂</p>
10		<p>Nama : Dengerous For the Environment</p> <p>Lambang : N</p> <p>Arti : Bahan kimia yang berbahaya bagi satu atau beberapa komponen lingkungan. Dapat menyebabkan kerusakan ekosistem.</p> <p>Tindakan : Hindari kontak atau bercampur dengan lingkungan yang dapat membahayakan makhluk hidup.</p> <p>Contoh : Tributyl timah klorida, Tetraklorometan, Petroleum bensin.</p>
11		<p>Nama : Harmful</p> <p>Lambang : Xn</p> <p>Arti : Bahan yang dapat merusak kesehatan tubuh bila kontak langsung dengan tubuh atau melalui inhalasi.</p> <p>Tindakan : Jangan dihirup, jangan ditelan dan hindari kontak langsung dengan kulit.</p> <p>Contoh : Etilen glikol, Diklorometan.</p>

Berikut ini adalah contoh-contoh bahan kimia dan sifat bahayanya yang umumnya dipakai dalam percobaan dalam laboratorium.

- 1) **Asam sulfat.** Asam sulfat, H_2SO_4 , merupakan asam mineral yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama industri kimia. Rumus: H_2SO_4 . Nama IUPAC: Sulfuric acid. Bahaya yang ditimbulkan korosif, mudah terbakar, mudah meledak dan beracun
- 2) **Asam nitrat.** Senyawa kimia asam nitrat adalah sejenis cairan korosif yang tak berwarna, dan merupakan asam beracun yang dapat menyebabkan luka bakar. Rumus: HNO_3 . Nama IUPAC: Nitric acid.
- 3) **Natrium hidroksida**, juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api, atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium Hidroksida terbentuk dari oksida basa Natrium Oksida dilarutkan dalam air. Rumus: NaOH . Nama IUPAC: Sodium oxidanide, Sodium hydroxide.
- 4) **Kalium hidroksida** adalah suatu senyawa anorganik dengan rumus kimia KOH , dan umumnya disebut sebagai potash kaustik. Bersama dengan natrium hidroksida, padatan tak berwarna ini adalah suatu basa kuat. Rumus: KOH . Nama IUPAC: Potassium hydroxide..
- 5) **Hidrogen klorida (Asam Klorida).** Senyawa hidrogen klorida mempunyai rumus HCl . Pada suhu kamar, HCl adalah gas tidak berwarna yang membentuk kabut putih Asam klorida ketika melakukan kontak dengan kelembaban udara. Nama IUPAC: Hydrogen chloride. Rumus: HCl . Bahaya utama: Beracun, korosif.
- 6) **Natrium karbonat**, Na_2CO_3 , adalah garam natrium dari asam karbonat yang mudah larut dalam air. Natrium karbonat murni berwarna putih, bubuk tanpa warna yang menyerap embun dari udara, punya rasa alkalin/pahit, dan membentuk larutan alkali yang kuat. Rumus: Na_2CO_3 .
- 7) **Asam fluorida.** Hidrogen fluorida adalah senyawa kimia dengan rumus kimia HF . Senyawa ini merupakan gas atau cairan tidak berwarna dan merupakan sumber utama dari industri fluor, biasanya sebagai larutan encer yang disebut asam hidrofluorat. Rumus: HF .

- 8) **Asam karbonat.** Asam karbonat adalah asam organik dengan rumus kimia H_2CO_3 . Asam karbonat termasuk asam lemah. Rumus: H_2CO_3 . Nama IUPAC: Carbonic acid. Massa molar: 62,03 g/mol. Rumus molekul: H_2CO_3 .
- 9) **Asam nitrit.** Asam nitrit adalah suatu asam monobasik sekaligus asam lemah yang diketahui hanya ada sebagai larutan dan dalam bentuk garam nitrit. Nama IUPAC: Nitrous acid. Rumus: HNO_2 .
- 10) **Kalium karbonat.** Kalium karbonat merupakan garam putih, yang dapat larut dalam air, namun tidak larut dalam etanol, yang membentuk alkali kuat. Kalium karbonat dihasilkan dari reaksi kalium hidroksida dengan karbon dioksida. Rumus: K_2CO_3 . Nama IUPAC: Potassium carbonate.
- 11) **Metana.** Metana adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas dengan rumus kimia CH_4 . Metana murni tidak berbau, tetapi jika digunakan untuk keperluan komersial, biasanya ditambahkan sedikit bau belerang. Rumus: CH_4 . Nama IUPAC: Methane. Rumus kimia: CH_4 .
- 12) **Hidrogen sianida.** Hidrogen sianida adalah senyawa anorganik dengan rumus molekul HCN . Senyawa ini berbentuk cairan tak berwarna, dan sangat beracun, dengan titik didih sedikit di atas suhu ruangan, 256 °C. Rumus: HCN . Nama IUPAC: formonitrile. Bentuk molekul: Linear. Rumus kimia: CHN .
- 13) **Belerang dioksida.** Belerang dioksida adalah senyawa kimia dengan rumus SO_2 . Senyawa ini merupakan gas beracun dengan bau menyengat yang dilepaskan oleh gunung berapi dan beberapa pemrosesan industri. Rumus: SO_2 . Nama IUPAC: Sulfur dioxide..
- 14) **Amonium hidroksida.** Amonium hidroksida, dikenal pula sebagai larutan amonia, air amonia, larutan amoniakal, amonia encer, akua amonia, amonia berair, atau secara sederhana hanya disebut sebagai amonia, adalah larutan amonia dalam air. Rumus: NH_4OH . Kepadatan: 880 kg/m³. Massa molar: 35,04 g/mol. Rumus molekul: NH_4OH .

- 15) **Benzena.** Benzena, juga dikenal dengan rumus kimia C_6H_6 , PhH , dan benzol, adalah senyawa kimia organik yang merupakan cairan tak berwarna dan mudah terbakar serta mempunyai bau yang manis. Rumus: C_6H_6 . Nama IUPAC: Benzene.
- 16) **Asam bromida.** Hidrogen bromida adalah senyawa kimia dengan rumus HBr . Senyawa ini adalah cairan tak berwarna dan termasuk dalam hidrogen halida. Asam hidrobromat adalah larutan HBr dalam air. Nama IUPAC: Hydrogen bromide. Rumus: HBr .
- 17) **Kalsium karbonat.** Kalsium karbonat ialah senyawa kimia dengan formula $CaCO_3$. Senyawa ini merupakan bahan yang umum dijumpai pada batu di semua bagian dunia, dan merupakan komponen utama cangkang organisme laut, siput, bola arang, mutiara, dan kulit telur. Rumus: $CaCO_3$. Nama IUPAC: Calcium carbonate. (Hasan, 2015)



Rangkuman

Bahan kimia adalah kebutuhan wajib dan mutlak bagi suatu laboratorium. Prinsipnya semua bahan kimia harus dianggap berbahaya dan memiliki potensi toksitas. Bahan kimia di laboratorium bersifat *harmful*, *toxic*, korosif, mudah terbakar, mudah meledak, dan bersifat oksidator. Sehingga saat pemakaian bahan kimia harus disesuaikan dengan sifat bahan yang ada.

KEGIATAN 7

G. FIRE SAFETY

1. Sumber Api

Beberapa benda yang menjadi sumber api antara lain listrik, lampu bunsen, korek api, kompor listrik dan sumber panas lainnya. Ketika bekerja dengan bahan kimia yang harus diperhatikan yaitu memberikan kehati-hatian kepada sumber-sumber api tersebut. berdasarkan bentuknya, sumber api dipisahkan menjadi cairan, padat ataupun gas. Cairan seperti spirtus dan alkohol memiliki flash poin dibawah 37,7 derajat celcius sehingga digolongkan ke dalam cairan yang mudah terbakar.

Cairan-caira tersebut pada suhu diatas flash point akan menghasilkan gas yang mudah terbakar. Jadi yang menimbulkan kebakaran adalah gas yang ditimbulkan oleh cairan tersebut dan bukan cairannya. Benda padat juga dapat secara spontan menghasilkan gas dan terbakar. Untuk melihat tersebut dapat dilihat dari label atau notasi pada bahan kimia.

2. Penyimpanan Bahan Kimia Mudah Terbakar

Penyimpanan bahan kimia mudah terbakar harus dilakukan secara hati-hati dan mengikuti prosedur standar yang berlaku. Peraturan dasar penyimpanan bahan mudah terbakar antara lain:

- a) Jika memungkinkan bahan kimia disimpan dalam lemari khusus untuk bahan kimia yang mudah terbakar. Jika senyawa tersebut harus disimpan di suhu rendah maka penyimpanan harus dilakukan di lemari pendingin khusus untuk bahan mudah terbakar. Bahan mudah terbakar juga bisa disimpan di ruang terbuka dalam laboratorium dengan memiliki sistem ventilasi yang baik dan dengan mengikuti batas maksimum penyimpanan
- b) Bahan kimia yang mudah terbakar tidak ditempatkan di dekat pintu keluar atau jalan keluar lainnya
- c) Bahan kimia harus dijauhkan dari sinar matahari langsung ataupun sumber panas lainnya

- d) Bahan harus dihindarkan dari kontak dengan bahan kimia yang bersifat oksidatif kuat seperti permanganat dan klorat
- e) Setiap institusi seharusnya melarang merokok di dalam bangunan termasuk di area penyimpanan bahan kimia

3. Aturan Keselamatan Kerja

Jika bekerja dengan bahan kimia yang mudah terbakar harus diperhatikan hal sebagai berikut:

- 1) Bekerja di area yang bebas sumber panas
- 2) Tidak boleh memanskan bahan kimia yang mudah terbakar termasuk di dalam waterbath dan inkubator
- 3) Ventilasi merupakan langkah yang paling efektif untuk mencegah terjadinya kebakaran

4. Alat Pemadam Kebakaran

Menurut British Standard EN-2, sumber api diklasifikasikan menjadi enam macam. Oleh karena itu alat pemadam kebakaran juga harus disesuaikan dengan jenis api. Karena TIDAK semua api dapat dipadamkan dengan menggunakan air.

- a. Class A: Kayu, tekstil, kertas atau plastik
- b. Class B: semua bahan kimia yang bersifat mudah terbakar baik cair maupun padat. Bahan ini juga digolongkan menjadi bahan yang tidak dapat bercampur dengan air seperti BBM, oli, minyak cat, lilin seperti bahan yang dapat bercampur dengan air seperti alkohol, methanol, acetone, propanal dll
- c. Class C: Api yang berasal dari gas, liquid petroleum gas (LPG), butan, propane serta gas-gas untuk medis dan industri
- d. Class D: Api yang kemudian melibatkan metal dan serbuk metal seperti sodium dan potassium. Jenis api ini harus dipadamkan dengan serbuk kering yang dibuat khusus untuk memadamkan api. Serbuk tersebut dapat mencegah oksigen mengenai permukaan metal sehingga api dapat dipadamkan.

- e. Listrik: listrik tidak menyebabkan api tetapi dapat memicu terjadinya kebakaran sehingga apabila terjadi kebakaran karena arus listrik maka setelah listrik dimatikan kemudian api ditangani seperti penanganan class A. Namun banyak alat-alat laboratorium yang mampu menyimpan listrik dengan menggunakan kapasitor meskipun arus telah dimatikan. Oleh karena itu penggunaan CO2 atau bubuk kering sangat dianjurkan dalam penanganan ini

Jika terjadi kebakaran, maka pemadamannya harus menggunakan jenis pemadam tertentu. Misalkan terjadi kebakaran karena kayu, kertas dan bahan sejenis yang terbakar, maka pemadamannya dapat menggunakan air atau pemadam kelas A. Namun jika terjadi kebakaran karena alkohol maka pemadamannya tidak boleh menggunakan air tetapi harus menggunakan tabung pemadaman kelas B yang umumnya berupa busa atau kelas C yang berisi gas CO2. Perhatikan gambar dibawah ini.

						
Old Colour BS 5406	New Colour BS EN3	Class A Paper or Wood etc.	Class B Flammable Liquids	Class C Flammable Gas Fires	Class D Metal Fires	Electrical Fires
		✓	Do Not Use ✗			Do Not Use ✗
		✓	Do Not Use ✗			Do Not Use ✗
		Note: Multi-Purpose Foams may be used. ✓	Note: Specialist Foams required for industrial alcohol. ✓			Do Not Use ✗
			Secondary ✓			Primary ✓
		✓	Note: Specialist DP required for Solvents & Esters. ✓	✓	Note: Specialist Dry Powders may be required. ✓	✓
			Primary ✓	General Note - May be used in conjunction with other extinguishing agents / or fire extinguishing techniques.		

5. Prosedur Penyelamatan

Laboratorium memiliki tanggung jawab untuk membuat prosedur jika terjadi kebakaran. Pada umumnya jika terjadi kebakaran maka hal pertama yang harus dilakukan oleh orang di laboratorium adalah PACE.

P: Pindahkan orang-orang dari bahaya

A: Aktifkan alarm kebakaran dan hubungi petugas

C: Cegah menjalarkan api dengan menutup pintu dan jendela

E: evakuasi secepatnya dan tinggalkan gedung laboratorium

(Sisunandar, 2015)

KEGIATAN 8

H. PENGELOLAAN LIMBAH LABORATORIUM

1. Pengertian dan macam-macam Limbah Laboratorium

Limbah laboratorium adalah limbah yang berasal dari kegiatan laboratorium. Limbah ini mempunyai sifat khas yang berbeda dengan limbah industri karena memiliki keragaman jenis limbah yang sangat tinggi walaupun dari setiap macam bahan yang dibuang adalah jumlahnya tidak banyak. Artinya limbah laboratorium kimia meskipun volumenya masih relatif kecil dibandingkan limbah industri, namun termasuk limbah jenis B3 yang harus ditangani secara khusus. Limbah laboratorium dapat bersumber dari:

- a. Bahan baku yang sudah kadaluarsa
- b. Bahan habis pakai, misalkan medium pembenihan yang tidak terpakai
- c. Produk proses di dalam laboratorium, misalkan sisa spesimen
- d. Produk sekali pakai, misalkan jarum suntik

Macam-macam limbah laboratorium diklasifikasikan berdasarkan fasanya dan berdasarkan sifatnya. Limbah berdasarkan fasanya yaitu limbah padat, limbah cair, limbah gas. Limbah laboratorium berdasarkan sifatnya yaitu limbah B3 (Berbahaya dan beracun), limbah infeksius, limbah radioaktif, dan limbah umum.

2. Prosedur Penanganan Limbah

Semua bahan kimia yang digunakan atau belum digunakan akan tetapi akan dibuang maka itu dinamakan limbah kimia. Hampir semua limbah kimia memerlukan perlakuan khusus sehingga membutuhkan perlakuan serius sehingga tidak mencemari lingkungan.

Langkah umum yang dilakukan guna menangani limbah kimia adalah sebagai berikut.

- a) Dilarang membuang bahan kimia langsung ke saluran air kecuali atas ijin Dinas Lingkungan Hidup
- b) Harus merujuk pada penanganan limbah bahan kimia sesuai dengan yang tercantum pada MSDS atau lembar data keselamatan bahan
- c) Simpan semua limbah kimia dalam tempat penyimpanan seperti kontainer atau derigen. Namun demikian penyimpanan limbah HARUS memperhatikan kompatibilitas bahan

- d) Beri label bahan yang disimpan dengan pada masing-masing kontainer tentang isi bahan kimia beserta label bahan kimia berbahaya
- e) Semua kontainer harus tertutup secara rapat
- f) Dilarang mengisi kontainer secara penuh, sisakan beberapa centimeter ruangan
- g) Hubungi petugas dari Dinas Lingkungan Hidup untuk pembuangan limbah bahan kimia jika kontainer telah penuh. (Sisunandar, 2015)

3. Langkah mengurangi limbah

Beberapa langkah nyata untuk mengurangi limbah di laboratorium adalah:

- 1) Penggunaan kembali limbah laboratorium berupa bahan kimia yang sudah digunakan, setelah melalui prosedur daur ulang yang sesuai
- 2) Melakukan perhitungan-perhitungan yang tepat sehingga tidak membuang-buang bahan kimia
- 3) Pembuangan langsung dari laboratorium (bahan-bahan yang larut dalam air)
- 4) Dengan pembakaran terbuka (bahan-bahan organik yang kadar racunnya rendah)
- 5) Pembakaran dalam insenerator (untuk bahan-bahan toksik)
- 6) Dikubur di dalam tanah dengan perlindungan tertentu agar tidak merembes ke badan air. (zat-zat padat yang reaktif dan beracun)



Rangkuman

- Limbah laboratorium adalah limbah yang berasal dari kegiatan laboratorium
- Macam-macam limbah berdasarkan fasanya yaitu limbah padat, cair dan gas. Berdasarkan sifatnya yaitu Limbah B3 (Berbahaya dan beracun), limbah infeksius, limbah radioaktif, dan limbah umum.
- Penanganan dan pengelolaan limbah harus memperhatikan sifat dan jenis limbah tersebut berasal sehingga limbah tersebut tidak akan mencemari lingkungan

KEGIATAN 9

I. PERAWATAN DAN PERBAIKAN ALAT-ALAT IPA

1. Pengertian Perawatan dan Perbaikan Alat Laboratorium

Perbaikan dan perawatan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan, meningkatkan dan mengembalikan peralatan dalam kondisi yang baik. Perawatan alat laboratorium dimaksudkan sebagai usaha preventif atau pencegahan agar peralatan tidak rusak atau tetap terjaga dalam kondisi baik dan siap digunakan. Perbaikan alat laboratorium adalah upaya untuk mengatur /menyetel atau memperbaiki kembali peralatan laboratorium yang sudah rusak atau kurang berfungsi atau kurang layak sehingga menjadi layak.

Perawatan dan perbaikan alat laboratorium merupakan bagian dari pengelolaan laboratorium yang dilakukan untuk menjaga agar alat-alat laboratorium dapat dipergunakan sesuai dengan batas usia pemakaiannya. Kegiatan meliputi: membersihkan alat, memeriksa hasil kerja dan unjuk kerja alat, memperbaiki bagian yang rusak, mengganti bagian yang hilang, menyimpan alat sesuai dengan inventaris, dan memeriksa ketersediaan alat. Kegiatan perawatan sebaiknya dijadwalkan dan tercatat sehingga dapat memberikan informasi tentang riwayat sejak pembelian, pemakaian dan pemeliharaan sampai habis masa pakainya.

Tujuan perawatan peralatan laboratorium yaitu agar peralatan laboratorium selalu prima sehingga siap dipakai secara optimal, memperpanjang umur pemakaian peralatan, menjamin kelancaran kegiatan pembelajaran, menjamin keamanan dan kenyamanan bagi para pemakai, mengetahui kerusakan secara dini atau gejala kerusakan, menghindari terjadinya kerusakan secara mendadak, menghindari terjadinya kerusakan yang lebih parah/fatal. Objek laboratorium yang perlu dirawat antara lain yaitu ruang laboratorium, termasuk kebersihan lantai, kelembaban, ventilasi, penerangan; perabot atau meubeler laboratorium; perlengkapan administrasi dan dokumentasi laboratorium; sumber jaringan listrik, stop kontak, sekering dan lampu; peralatan dan mesin mesin pelatihan; aparatus dan perlengkapan percobaan; instrumen dan alat-alat ukur; spesimen dan bahan-bahan untuk praktikum.

2. Jenis Perawatan

Jenis perawatan ditinjau dari perencanaannya dan berdasarkan jenis pekerjaan perawatannya. Berdasarkan perencanaannya dibagi menjadi dua yaitu perawatan terencana dan perawatan tidak terencana.

- a. Perawatan terencana: perawatan yang terprogram, terorganisir dan terjadwal, ada anggaran dilaksanakan sesuai rencana ada monitoring dan evaluasi
- b. Perawatan tidak terencana: perawatan yang bersifat perbaikan terhadap kerusakan yang tidak diperkirakan sebelumnya. Jadi perawatan tidak terencana dimaksudkan untuk mengembalikan alat laboratorium pada kondisi standar sehingga dapat berfungsi normal.

Sedangkan berdasarkan jenis pekerjaannya, perawatan alat laboratorium dibagi menjadi:

- a) Perawatan yang sesuai dengan bahan dasar pembuatan alat; mengetahui bahan dasar gelas beker, tahan terhadap pemanasan atau tidak, alat yang terbuat dari logam harus segera dibersihkan dengan menggunakan minyak
- b) Perawatan yang sesuai dengan berat; alat-alat yang berat harus disimpan pada bagian paling bawah, sedangkan yang ringan diletakkan diatas
- c) Perawatan yang sesuai dengan kepekaan alat terhadap pengaruh lingkungan; misalkan alat-alat optik, lensa, cermin dll
- d) Perawatan alat terhadap pengaruh bahan kimia
- e) Perawatan sesuai pengaruh alat terhadap yang lainnya
- f) Perawatan sesuai dengan harga alat
- g) Perawatan alat dalam bentuk set (Yati Kurniawati, 2017)



Rangkuman

Perawatan dan perbaikan alat laboratorium merupakan bagian dari pengelolaan laboratorium yang dilakukan untuk menjaga agar alat-alat laboratorium dapat dipergunakan sesuai dengan batas usia pemakaiannya. Kegiatan meliputi: membersihkan alat, memeriksa hasil kerja dan unjuk kerja alat, memperbaiki bagian yang rusak, mengganti bagian yang hilang, menyimpan alat sesuai dengan inventaris, dan memeriksa ketersediaan alat.

KEGIATAN 10

J. EVALUASI PEMANFAATAN LABORATORIUM

Suatu program yang berkaitan dengan pembelajarannya perlu dilakukan monitoring dan evaluasi secara terus-menerus dan berkesinambungan. Hal ini perlu dilakukan mengingat fungsi laboratorium yang sangat penting dalam mengembangkan pendekatan saintifik dan keterampilan proses sains. Evaluasi adalah bagian yang tidak bisa terpisah dari kegiatan pengelolaan laboratorium secara keseluruhan dan memerlukan perhatian yang lebih oleh semua pihak yang terkait. Monitoring dan evaluasi ini dilakukan oleh pusat maupun daerah.

1. Monitoring Pengelolaan dan Pemanfaatan Laboratorium

Monitoring ialah kegiatan yang mempunyai tujuan mengetahui perkembangan pengelolaan dan pemanfaatan laboratorium, apakah sesuai dengan yang terencana atau tidak, sejauh mana kendala dan hambatan ditemui dan bagaimana upaya-upaya yang sudah dan harus ditempuh untuk mengatasi kendala dan hambatan yang muncul selama pelaksanaan kegiatan di laboratorium. Monitoring memberikan umpan balik bagi semua pihak laboratorium. Beberapa aspek yang fokus monitoring adalah program-program kerja laboratorium, proses manajerial di laboratorium, aspek-aspek lain yang terkait proses pemanfaatan laboratorium. Monitoring sekurang-kurangnya dilaksanakan satu kali dalam setahun oleh pusat dan diharapkan frekuensi monitoring dan evaluasi yang dilakukan dengan melibatkan pengelola laboratorium lebih dari setahun.

2. Evaluasi Hasil Pengelolaan Laboratorium

Kegiatan evaluasi pada dasarnya adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilan yang dicapai oleh pengelola lab. Dilakukan pada akhir semester atau tahun ajaran. Pelaksanaan monitoring dan evaluasi pada umumnya setelah program berjalan dari mulai laboratorium melaksanakan program-programnya dan target pencapaian paling tidak 80-90%. Tujuan utama kegiatan evaluasi antara lain: untuk mengetahui tingkat keterlaksanaan program, mengetahui keberhasilan program, memperoleh bahan masukan dalam perencanaan pengelolaan dan pemanfaatan laboratorium selanjutnya, mengetahui kendala-kendala dalam pelaksanaan program, untuk melakukan pembinaan bagi pengelola laboratorium agar meningkat.

Secara metodologis, evaluasi ini dilakukan menggunakan pendekatan *expost facto*, yaitu mengungkapkan apa saja yang telah terjadi dan dilakukan oleh pihak lain terkait

dalam pengelolaan dan pemanfaatan laboratorium. Untuk kelengkapan data agar lebih komprehensif maka instrumen evaluasi dalam bentuk isian terbuka. Sumber data diambil dari kepala pengelolaan laboratorium, laboran, teknisi, pendidik, siswa/mahasiswa. Hasil analisis data diberikan ke pihak laboratorium sebagai masukan dan perbaikan program pengelolaan dan pemanfaatan laboratorium tahun berikutnya.

3. Pelaksana Monitoring dan Evaluasi Serta Pelaporan

Tim pelaksanaan monitoring dan evaluasi terdiri dari

- a. Tim monitoring dan evaluasi internal sekolah/kampus
- b. Tim monitoring dan evaluasi kabupaten/kota

Laporan monitoring dan evaluasi dimaksudkan untuk melihat kemajuan pengelolaan dan pemanfaatan laboratorium sekolah secara komprehensif. Di samping itu secara keseluruhan juga dimaksudkan untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang timbul atau yang terjadi di masing-masing laboratorium sekolah. Khusus untuk laporan monitoring dimaksudkan untuk meminimalisir penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada saat program masih berjalan. Dengan demikian program-program dapat berjalan sesuai dengan rencana. (Yeti Kurniawati, 2017)



Rangkuman

- Monitoring ialah kegiatan yang mempunyai tujuan mengetahui perkembangan pengelolaan dan pemanfaatan laboratorium, apakah sesuai dengan yang terencana atau tidak, sejauh mana kendala dan hambatan ditemui dan bagaimana upaya-upaya yang sudah dan harus ditempuh untuk mengatasi kendala dan hambatan yang muncul selama pelaksanaan kegiatan di laboratorium
- Tujuan utama kegiatan evaluasi antara lain: untuk mengetahui tingkat keterlaksanaan program, mengetahui keberhasilan program, memperoleh bahan masukan dalam perencanaan pengelolaan dan pemanfaatan laboratorium selanjutnya, mengetahui kendala-kendala dalam pelaksanaan program, untuk melakukan pembinaan bagi pengelola laboratorium agar meningkat.

KEGIATAN 11

K. PEMBUATAN HERBARIUM

1. Dasar Teori

Bagi dunia ilmu pengetahuan, koleksi herbarium merupakan obyek studi utama yang tak ternilai harganya. Tidak mengherankan bila gedung-gedung untuk menyimpan koleksi itu merupakan bangunan yang megah dengan tokoh-tokoh kenamaan. Sesuai dengan ruang yang tersedia dalam gedung herbarium, koleksi herbarium baik kering maupun basah dipisah-pisah dan ditata di ruang yang tersedia untuk masing-masing takson menurut klasifikasi yang dibuat oleh para ahli dalam lembaga tersebut. Terdapat ruang-ruang khusus untuk Cryptogamae, Phanerogamae, Alga, Fungi, Bryophyta, Pteridophyta, Gymnospermae dan Angiospermae. Selanjutnya, koleksi disusun lagi berdasarkan takson yang lebih rendah dan ditata menurut abjad.

Herbarium merupakan suatu bukti autentik perjalanan dunia tumbuh-tumbuhan selain berfungsi sebagai acuan identifikasi untuk mengenal suatu jenis pohon. Istilah Herbarium adalah pengawetan spesimen tumbuhan dengan berbagai cara untuk kepentingan koleksi dan ilmu pengetahuan. Koleksi spesimen herbarium biasanya disimpan pada suatu tempat yang diberi perlakuan khusus pula yang dikenal dengan laboratorium herbarium. Para ahli-ahli botani menyimpan koleksi herbarium mereka pada pusat-pusat herbarium di masing-masing Negara. Di Indonesia pusat herbarium terbesar terdapat di Herbarium Bogoriense Bidang Botani, Puslit Biologi-LIPI berada di wilayah Cibinong Jawa Barat. Laboratorium ini menyimpan lebih dari 2 juta koleksi herbarium yang berasal dari berbagai wilayah di seluruh Indonesia dan dari berbagai Negara di dunia.

Spesimen yang tersimpan di gedung ini ada diantaranya sudah berumur ratusan tahun, terbukti pada label tempel tertulis tahun pembuatan 1823 yang berarti spesimen tersebut dibuat tahun 1923 dan dilengkapi pula dengan lokasi pengambilan spesimen. Lokasi tempat pengambilan spesimen tersebut kemungkinan sekarang telah beralih fungsi menjadi fungsi lain seperti

perkebunan, pemukiman, perkantoran atau bentuk lain. Dalam herbarium-herbarium tertentu, spesimen herbarium yang disimpan dimasukkan dalam map/sampul dengan warna yang berbeda-beda, yang masing-masing menunjukkan wilayah geografis asal spesimen-spesimen tersebut. Dengan demikian berarti untuk masing-masing spesimen yang tersimpan dalam herbarium mengandung informasi mengenai distribusi geografisnya.

Koleksi herbarium basah disimpan dalam ruang tersendiri yang terpisah dari ruang untuk herbarium kering. Penataan dalam ruang diatur seperti yang dilakukan terhadap koleksi herbarium kering, yaitu dipisah-pisah menurut takson kategori besar, selanjutnya dalam masing-masing takson kategori di bawahnya disusun menurut abjad. Bila herbarium basah itu merupakan bagian dari suatu spesimen, bagian lainnya diproses sebagai herbarium kering (misalnya bunga, buah, atau organ lain yang terlepas dan dianggap perlu untuk tetap dipertahankan dalam koleksi dalam bentuk herbarium basah), maka nomor dan informasi-informasi yang harus dicantumkan dalam tabel selain yang langsung menyangkut sifatsifat bahan yang diawetkan secara basah itu sendiri (nama kolektor, data taksonomi, dan lain-lain) harus disesuaikan dengan yang dimuat dalam label pada herbarium kering.

2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan terdiri dari

- a. Selotip atau daouble tip
- b. Kertas label
- c. Lem alteco
- d. Tripleks
- e. Kertas koran
- f. Pemberat untuk mengepres
- g. Kertas untuk menempel gulma
- h. Gunting
- i. Pisau
- j. Rumput teki
- k. Laminating

3. Prosedur Kerja

a. Membuat Herbarium Kering

- 1) Ambil salah satu tanaman/bagian dari tanaman
- 2) Cara 1: Masukkan tanaman itu pada sasak bambu yang telah dibuat dan keringkan tanaman dengan penjemuran terhadap cahaya matahari.
- 3) Cara 2: - Atur posisi tanaman pada lembaran koran hingga rata.
- 4) Lapisi lagi dengan beberapa lembar koran, tangkup dengan tripleks pada kedua sisinya lalu ikat dengan kancing sehingga tanaman terpress dengan kuat.
- 5) Ganti koran dengan yang kering setiap kali koran pembungkus tanaman basah.
- 6) Lakukan berulang-ulang hingga tanaman benar-benar kering.
- 7) Tanaman dikatakan kering jika sudah cukup kaku dan tidak terasa dingin.
- 8) Tanaman yang akan dibuat herbarium, sebaiknya memiliki bagian-bagian yang lengkap. Jika bunganya mudah gugur maka masukkan bunga tersebut dalam amplop dan selipkan pada herbarium. Daun atau bagian tanaman yang terlalu panjang bisa dilipat.
- 9) Tempelkan tanaman yang telah dikeringkan pada karton dengan menggunakan jahitan tali/selotip. Usahakan kenampakkan atas dan kenampakkan bawah daun diperlihatkan.
- 10) Lengkapi keterangan yang terdapat pada collector book
- 11) Pasang etiketnya.

b. Membuat Awetan Basah

- 1) Siapkan spesimen yang akan diawetkan
- 2) Sediakan formalin yang telah diencerkan sesuai dengan keinginan.
- 3) Masukkan spesimen pada larutan formalin yang telah ada dalam botol jam dan telah diencerkan.
- 4) Tutup rapat botol dan kemudian diberi label yang berisi nama spesimen tersebut dan familinya.

4. Mengenal Herbarium Basah

❖ Herbarium Basah



Herbarium basah, setelah material herbarium diberi label gantung dan dirapikan, kemudian dimasukkan ke dalam lipatan kertas koran. Satu lipatan kertas koran untuk satu spesimen. Tidak benar digabungkan beberapa spesimen di dalam satu lipatan kertas. Selanjutnya, lipatan kertas koran berisi material herbarium tersebut ditumpuk satu diatas lainnya.

Tebal tumpukan disesuaikan dengan dengan daya muat kantong plastik (40 × 60) yang akan digunakan. Tumpukkan tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik dan disiram alcohol 70 % atau spiritus hingga seluruh bagian tumbukan tersiram secara merata. Kemudian kantong plastik ditutup rapat dengan isolatip atau heker supaya alcohol atau spiritus tidak menguap keluar dari kantong plastik (*Onrizal, 2005*).

❖ Mengenal Herbarium Kering

Herbarium kering, cara kering menggunakan tiga macam proses yaitu pengeringan langsung, yakni tumpukan material herbarium yang tidak terlalu tebal di pres di dalam sasak, untuk mendapatkan hasil yang optimum sebaiknya di pres dalam waktu dua minggu kemudian dikeringkan diatas tungku pengeringan dengan panas yang diatur di dalam oven.

Pengeringan harus segera dilakukan karena jika terlambat akan mengakibatkan material herbarium rontok daunnya dan cepat menjadi busuk. Pengeringan bertahap, yakni material herbarium dicelup terlebih dahulu di dalam air mendidih selama tiga menit, kemudian dirapikan lalu dimasukkan ke dalam lipatan kertas koran. Selanjutnya, ditempuh dan dipres, dijemur atau dikeringkan di atas tungku pengeringan.



L. LABORATORIUM STANDAR ISO 17025

1. ISO 17025

Proses pengendalian mutu dan penjaminan mutu membutuhkan suatu standar yang bersifat internasional yang mencakup sistem mutu dan teknis yang baik, salah satunya adalah standar SNI ISO/IEC 17025:2008; Persyaratan umum untuk kompetensi laboratorium pengujian dan kalibrasi. Penerapan standar ini pada umumnya dihubungkan dengan proses akreditasi yang dilakukan oleh laboratorium untuk berbagai kepentingan dan merupakan sebuah standar yang diakui secara internasional dan pengakuan formal kompetensi laboratorium pengujian dan laboratorium kalibrasi melalui akreditasi. SNI ISO/IEC 17025:2008 merupakan perpaduan antara persyaratan manajemen dan persyaratan teknis yang harus dipenuhi oleh laboratorium pengujian dan laboratorium kalibrasi. Dengan menggunakan SNI ISO/IEC 17025:2008 sebagai acuan dalam mengelola laboratorium, maka laboratorium tersebut akan diakui secara internasional. Komite Akreditasi Nasional (KAN) merupakan lembaga yang ditunjuk pemerintah untuk melakukan akreditasi terhadap laboratorium dan badan sertifikasi.

SNI ISO/IEC 17025:2008 telah menetapkan persyaratan umum untuk kompetensi dalam melaksanakan pengujian maupun kalibrasi, termasuk dalam pengambilan sample, yaitu pengujian dan kalibrasi dilakukan dengan menggunakan metode standar, metode non-standar, dan laboratorium-metode dikembangkan. SNI ISO/IEC 17025:2008 dapat diterapkan pada semua laboratorium berapapun jumlah personil atau luas ruang lingkup pengujian maupun kegiatan kalibrasi. SNI ISO/IEC 17025:2008 digunakan oleh laboratorium dalam mengembangkan sistem manajemen kualitas, administrasi dan teknis operasi.

Keuntungan menjadi laboratorium terakreditasi adalah sebagai berikut.

- a) Suatu Pengakuan Tentang Kompetensi Laboratorium
- b) Suatu Keuntungan dalam bidang Pemasaran

c) Suatu Perbandingan Kemampuan Laboratorium

d) Pengakuan Internasional kepada laboratorium yang terakreditasi

Secara umum metode pelaksanaan manajemen laboratorium agar berstandar ISO 17025 sebagai berikut.

- 1) Pengorganisasi Program dan Perencanaan Training Interpretasi 17025, Training Dokumentasi ISO 17025 dan Training Penerapan ISO/IEC 17025:2005
- 2) Pengembangan Dokumentasi Mutu Laboratorium, Pengendalian Dokumen
- 3) Penerapan Sistem Manajemen Laboratorium
- 4) Training Audit Internal 17025
- 5) Audit Internal
- 6) Pra-akreditasi / Audit Persiapan
- 7) Akreditasi : Akan dilakukan oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) untuk ruang lingkup akreditasi yang sesuai dengan kegiatan Laboratorium
- 8) Tindak Lanjut Setelah Akreditasi

Selanjutnya KAN akan melakukan audit pemantauan (survailen) secara berkala (paling lambat 1 tahun sesudah akreditasi, dan paling lama 27 bulan setelah akreditasi) sesuai dengan prosedur KAN. Masa akreditasi akan berakhir setelah 4 tahun. Bila laboratorium ingin memperpanjang masa akreditasinya, maka laboratorium harus mengajukan permohonan re-akreditasi 3 tahun setelah akreditasi untuk dilakukannya asesmen ulang.

Konsultan ISO 17025 menjamin bahwa jasa konsultasi akan diberikan dengan menggunakan metodologi pada jadwal yang telah ditetapkan sehingga dapat tercapai sasaran yang telah ditetapkan. Jika setelah Program Konsultasi berakhir, namun Laboratorium gagal memperoleh akreditasi dari Komite Akreditasi Nasional kembali, maka Konsultan ISO 17025 akan memberikan garansi untuk menerima konsultasi tambahan yang diperlukan sampai akreditasi tersebut diperoleh. Garansi pemberian konsultasi tambahan tersebut diberikan dan diselesaikan dalam jangka waktu maksimal 3 (tiga)

bulan, atau maksimum 2 kali kunjungan ke lapangan, dan akan terhitung sejak tanggal diterbitkannya Laporan Ketidak-sesuaian dari Komite Akreditasi Nasional sebagai hasil dari asesmen.

Manfaat penerapan dan akreditasi SNI ISO/IEC 17025:2008 :

- a) SNI ISO/IEC 17025:2008 merupakan dasar untuk sebagian besar sistem mutu lainnya yang berhubungan dengan laboratorium, misalnya, Good Manufacturing Practices (GMP) dan Good Laboratory Practices (GLP).
- b) Pengurangan risiko, memungkinkan laboratorium untuk menentukan apakah personel melakukan pekerjaan dengan benar dan sesuai dengan prosedur.
- c) Komitmen untuk semua personel laboratorium sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
- d) Perbaikan terus-menerus sistem manajemen laboratorium.
- e) Pengembangan keterampilan personel melalui program pelatihan dan evaluasi efektivitas kerja mereka.
- f) Meningkatkan citra serta meningkatnya kepercayaan dan kepuasan pelanggan.
- g) Pengakuan internasional, melalui perjanjian saling pengakuan antar badan akreditasi di berbagai negara.
- h) Menghindari kesalahan dan pengulangan dari proses pengujian atau kalibrasi.
- i) Pengurangan pengaduan dan keluhan pelanggan.
- j) Keuntungan dalam bidang pemasaran jasa laboratorium.
- k) Perbandingan kemampuan antar laboratorium

Pengembangan Standar Sistem Mutu dilakukan di berbagai negara pada tahun 1960-an dan 1970-an. ISO 9000 merupakan serangkaian standar kualitas yang didirikan pada tahun 1987 untuk mengimplementasikan dan memelihara sistem mutu yang diterima secara internasional sehingga dapat digunakan sebagai kriteria untuk penilaian kualitas pihak ketiga. Laboratorium memiliki peran penting dalam sistem mutu di perusahaan. ISO /

IEC 17025 (1) dapat digunakan sebagai standar untuk mengembangkan dan membangun sistem mutu di laboratorium serta penilaian yang dilakukan oleh klien atau pihak ketiga. Standar ini juga digunakan sebagai kriteria untuk akreditasi laboratorium.

2. Butir-Butir ISO 17025

ISO / IEC 17025:2005 dibagi menjadi lima bab, yang meliputi dua lampiran dan satu bagian daftar pustaka:

- a) Ruang Lingkup
- b) Acuan Normatif
- c) Istilah dan Definisi
- d) Persyaratan Manajemen
- e) Persyaratan Teknis

1) Ruang Lingkup

- a) Standar ini menetapkan persyaratan umum kompetensi dalam melakukan pengujian dan/atau kalibrasi, termasuk pengambilan contoh dengan menggunakan metode yang baku, metode yang tidak baku, dan metode yang dikembangkan laboratorium.
- b) Standar ini mencakup, misalnya laboratorium pihak pertama, pihak kedua, pihak ketiga, dan laboratorium yang kegiatan pengujian dan/atau kalibrasinya merupakan bagian dari inspeksi dan sertifikasi produk. Standar ini dapat diterapkan pada semua laboratorium. Apabila laboratorium tidak melakukan satu kegiatan atau lebih yang tercakup dalam Standar ini, misalnya pengambilan contoh dan desain/pengembangan metode baru, persyaratan dari ketentuan tersebut tidak diterapkan.
- c) Catatan yang diberikan merupakan penjelasan dari teks, contoh dan pedoman. Hal ini tidak berisi persyaratan dan tidak merupakan bagian terpadu dari Standar ini.
- d) Standar ini digunakan oleh laboratorium untuk mengembangkan sistem manajemen untuk kegiatan mutu, administrasi dan teknis, dapat juga menggunakannya dalam melakukan konfirmasi atau mengakui kompetensi

laboratorium. Standar ini tidak ditujukan sebagai dasar sertifikasi laboratorium.

- e) Kesesuaian dengan persyaratan perundangan dan keselamatan pada pengoperasian laboratorium tidak dicakup oleh Standar ini.
- f) Bila laboratorium pengujian dan laboratorium kalibrasi memenuhi persyaratan Standar ini, berarti laboratorium telah mengoperasikan sistem manajemen untuk kegiatan pengujian dan kalibrasi yang juga memenuhi prinsip ISO 9001.

2) Acuan Normatif

Pada acuan Normatif digunakan dokumen acuan yang sangat diperlukan untuk mengaplikasikan standar ini. Standar ISO 17025 merupakan standar yang dibuat sesuai dengan dokumen kerangka acuan Sistem Manajemen Mutu. Dokumen tersebut membantu dalam definisi mengenai kegunaan dan asas-asas ISO 17025.

3) Istilah dan Definisi

Untuk keperluan Standar ini berlaku istilah dan definisi yang digunakan dalam ISO/IEC 17000 dan VIM

4) Persyaratan Manajemen

1) Organisasi

Laboratorium harus merupakan kesatuan personel yang legal dapat dipertanggung jawabkan, memuaskan kebutuhan pelanggan, mencakup pekerjaan di lab. permanen, di luar lab. permanen dan atau di lab. sementara / bergerak, dan bersifat independen.

2) Sistem Mutu

- Sistem mutu yang sesuai dengan lingkup kegiatan laboratorium harus ditetapkan, diaplikasikan dan dipelihara.
- Laboratorium harus mendokumentasikan kebijakan, sistem, program, prosedur, dan instruksi sejauh yang diperlukan untuk menjamin mutu hasil pengujian.

- Dokumentasi sistem mutu harus dikomunikasikan kepada, dimengerti oleh, tersedia bagi, dan diterapkan oleh semua personel yang terkait.
- Kebijakan dan tujuan mutu ditetapkan dalam Panduan Mutu
- Kebijakan mutu harus diterbitkan oleh top manajemen

3) Pengendalian Dokumen

Dokumen harus dikaji ulang dan disahkan, dibuat daftar induk dokumen termasuk status revisi yang terakhir dan distribusinya, edisi resmi tersedia di semua tempat dimana dilakukan kegiatan terkait, dokumen kadaluarsa harus ditarik kembali atau diberi tanda yang sesuai agar menghindari kerancuan dalam penggunaan dokumen acuan. Dokumen yang dimaksud adalah peraturan, prosedur, instruksi kerja, gambar, spesifikasi, buku internal/eksternal, cetakan/elektronik, digital/analog/fotografik. Dokumen harus memuat identifikasi tanggal penerbitan, revisi, penomoran halaman, jumlah halaman dari dokumen yang terkait.

4) Kaji Ulang Permintaan Tender dan Kontrak

Laboratorium harus menetapkan dan memelihara prosedur untuk kaji ulang permintaan, tender dan kontrak. Kebijakan dan prosedur untuk melakukan kaji ulang yang berkaitan dengan kontrak pengujian harus memastikan bahwa: Persyaratan dan metode uji yang akan digunakan, ditetapkan, didokumentasikan dan dipahami sebagaimana mestinya; Mempunyai kemampuan dan sumber daya untuk memenuhi persyaratan; Penyimpangan kontrak apapun dari kontrak harus disampaikan kepada pelanggan.

5) Sub Kontrak Pengujian

Jika laboratorium mensubkontrakkan pekerjaan, maka pekerjaan harus diberikan pada subkontraktor yang kompeten. Laboratorium harus memberitahu pelanggan secara tertulis perihal pengaturan yang dilakukan dan, bila sesuai, memperoleh persetujuan yang sebaiknya tertulis dari pelanggan.

6) Pembelian Jasa dan Perbekalan

Laboratorium harus mempunyai :

- Laboratorium harus memiliki kebijakan dan prosedur memilih dan membeli jasa dan pembekalan yang penggunaannya mempengaruhi mutu pengujian, dan memastikan bahwa jasa dan pembekalan yang digunakan sesuai dengan persyaratan yang diperlukan.
- Prosedur pembelian, penerimaan dan penyimpanan pereaksi dan bahan habis pakai yang relevan dengan pengujian.
- Prosedur untuk memastikan bahwa perlengkapan, pereaksi dan bahan habis pakai yang dibeli dan mempengaruhi mutu pengujian tidak digunakan sebelum diinspeksi untuk memverifikasi kesesuaiannya.
- Harus terdapat evaluasi terhadap pemasok barang dan dokumen evaluasi harus dijaga dan dipelihara

7) Pelayanan Kepada Pelanggan

Laboratorium harus melakukan kerja sama dengan pelanggan untuk memantau unjuk kerja laboratorium sehubungan dengan pekerjaan yang dilaksanakannya dengan tetap menjaga kerahasiaan pelanggan lainnya.

8) Pengaduan (Complaints)

Laboratorium harus mempunyai kebijakan dan prosedur untuk menyelesaikan pengaduan yang diterima dari pelanggan atau pihak-pihak lain. Rekaman semua pengaduan dan penyelidikan serta tindakan perbaikan yang dilakukan oleh laboratorium harus dipelihara.

9) Pengendalian Pekerjaan yang Tidak Sesuai

Laboratorium harus mengendalikan pekerjaan pengujian atau aspek apapun yang tidak sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan atau persyaratan pelanggan yang telah disepakati. Perlu diadakan evaluasi dalam upaya pengendalian pekerjaan yang tidak sesuai. Untuk menghindari klaim yang dapat merugikan Laboratorium karena adanya hal yang tidak transparan, maka hal ini perlu diberitahukan kepada pelanggan

sehingga pelanggan dapat mengambil langkah selanjutnya apakah menarik pekerjaan atau menunggu tindakan perbaikan sampai waktu tertentu.

10) Peningkatan

Laboratorium harus meningkatkan efektifitas sistem manajemen secara berkelanjutan melalui penggunaan :

- Kebijakan mutu
- Sasaran mutu
- Hasil audit
- Analisis data
- Tindakan perbaikan dan pencegahan
- Serta kaji ulang manajemen

11) Tindakan Perbaikan

Laboratorium harus menetapkan kebijakan dan prosedur serta memberikan kewenangan yang sesuai untuk melakukan tindakan perbaikan bila dijumpai penyimpangan kebijakan dan prosedur di dalam sistem mutu.

Masalah dalam pelaksanaan sistem mutu laboratorium dapat diidentifikasi melalui :

- Pengendalian pekerjaan yang tidak sesuai
- Audit internal atau eksternal
- Kaji ulang manajemen
- Umpan balik dari pelanggan
- Pengamatan staf

12) Tindakan Pencegahan

Laboratorium harus melakukan tindakan pencegahan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya ketidak sesuaian yang serupa, atau untuk melakukan pengembangan sistem mutu.

13) Pengendalian Rekaman

Laboratorium harus mengendalikan semua rekaman mutu dan rekaman teknis termasuk menjaga keamanan dan kerahasiaannya. Laboratorium harus menetapkan dan memelihara prosedur untuk identifikasi,

pengumpulan, pemberian indeks, pengaksesan, pengarsipan, penyimpanan, pemeliharaan dan pemusnahan rekaman mutu maupun rekaman teknis. Rekaman mutu harus mencakup laporan audit internal dan kaji ulang manajemen sebagaimana juga laporan tindakan perbaikan dan tindakan pencegahan.

14) Audit Internal

Secara periodik laboratorium harus melakukan audit internal sistem mutu yang dilaksanakan oleh auditor internal yang terlatih. Audit internal dilakukan untuk memverifikasi bahwa kegiatan yang dilakukan tetap memenuhi persyaratan Sistem Mutu dan Standar. Program audit internal harus ditujukan keseluruhan elemen sistem mutu, termasuk kegiatan pengujian. Audit harus dilaksanakan oleh personil yang terlatih dan memenuhi syarat yang sedapat mungkin bebas dari kegiatan yang diaudit. Selanjutnya apabila terdapat ketidaksesuaian, laboratorium harus melakukan tindakan koreksi, dan semua kegiatan hasil audit harus di rekam, hingga kegiatan perbaikan yang akan dilakukan.

15) Kaji Ulang Manajemen

Laboratorium harus melakukan kaji ulang manajemen minimal 1 kali dalam setahun, untuk memastikan kesinambungan dan efektifitas penerapan sistem mutu Kaji ulang harus memperhatikan :

- Kesesuaian kebijakan dan prosedur;
- Laporan dari manajemen dan penyelia;
- Hasil audit internal;
- Tindakan perbaikan dan tindakan pencegahan;
- Asesmen oleh badan eksternal;
- Hasil uji banding antar laboratorium / uji profisiensi;
- Perubahan dalam lingkup dan jenis pekerjaan;
- Keluhan dan umpan balik dari pelanggan ;
- Faktor lain yang relevan : kegiatan pengendalian mutu, pengadaan dan pelatihan staf.

5) Persyaratan Teknis

a) Umum

1. Berbagai faktor yang menentukan kebenaran dan kehandalan pengujian/kalibrasi adalah faktor manusia, kondisi akomodasi dan lingkungan, metode pengujian metode kalibrasi validasi metode, peralatan, ketertelusuran pengukuran, pengambilan sampel, penanganan sampel.
2. Setiap faktor tersebut mempunyai kontribusi pada ketidakpastian pengukuran. Laboratorium memperhitungkan faktor-faktor tersebut dlm mengembangkan metode pengujian/kalibrasi, dlm pelatihan dan kualifikasi pesonel dan pemilihan peralatan.

b) Personel

Manajemen laboratorium harus memastikan kompetensi semua personil yang mengoperasikan peralatan tertentu, melakukan pengujian, mengevaluasi hasil, dan menandatangani laporan pengujian. kemampuan kerja setiap individu, mencakup pengetahuan, ketrampilan dan sikap kerja, harus sesuai dengan standard yang ditetapkan.

c) Kondisi Akomodasi dan Lingkungan

Laboratorium harus memastikan kondisi lingkungan tidak berpengaruh buruk pada mutu pengujian yang dipersyaratkan. Persyaratan teknis untuk kondisi akomodasi dan lingkungan yang dapat mempengaruhi hasil pengujian harus didokumentasikan. Laboratorium harus dilengkapi dengan fasilitas yang mampu menjamin kebenaran unjuk kerja pengujian serta mengendalikan lingkungan yang dapat mempengaruhi mutu hasil

d) Metode pengujian, Kalibrasi dan metode validasi

Laboratorium harus menggunakan metode yang sesuai untuk semua pengujian di dalam lingkupnya. Hal tersebut mencakup pengambilan contoh, penanganan, transportasi, penyimpanan dan penyiapan barang untuk diuji.

e) Peralatan

Laboratorium harus dilengkapi peralatan pengambilan contoh dan pengukuran yang diperlukan dalam pengujian. Peralatan dan perangkat lunak yang digunakan, harus mampu mencapai akurasi yang diperlukan dan memenuhi spesifikasi yang relevan. Program kalibrasi harus ditetapkan untuk besaran / nilai utama peralatan, apabila sifat-sifatnya berpengaruh nyata pada hasil. Sehingga dapat dihasilkan data yang absah dan akurasi yang diperlukan.

f) Ketertelusuran Pengukuran

Semua pengukuran yang dilakukan di laboratorium harus tertelusur ke standar nasional/internasional atau pada bahan acuan yang bersertifikat. Semua peralatan yang digunakan untuk pengujian, termasuk untuk pengukuran tambahan (misalnya untuk pengukuran kondisi lingkungan) yang mempunyai pengaruh nyata pada akurasi atau validitas pengujian, atau pengambilan contoh, harus dikalibrasi sebelum digunakan. Laboratorium harus mempunyai program dan prosedur untuk kalibrasi bagi peralatan-peralatan - nya.

g) Pengambilan Sampel

Laboratorium yang melakukan pengambilan sampel harus mempunyai rencana dan prosedur pengambilan sampel yang akan diuji, untuk menghasilkan informasi yang diperlukan. Laboratorium harus memiliki prosedur pencatatan data dan kegiatan pengambilan contoh yang merupakan bagian dari pengujian. Pencatatan ini harus termasuk prosedur pengambilan contoh yang dipakai, identifikasi pengambil contoh, kondisi lingkungan (bila relevan) dan diagram atau pengertian lain yang terkait untuk mengidentifikasi lokasi pengambilan contoh

h) Penanganan Barang yang diuji dan di Kalibrasi

Laboratorium harus memiliki prosedur untuk transportasi, penerimaan, penanganan, perlindungan dan penyimpanan, serta pembuangan contoh uji. (Termasuk semua yang diperlukan untuk melindungi integritas barang yang diuji dan untuk melindungi keinginan laboratorium serta pelanggan).

i) Jaminan mutu hasil pengujian dan kalibrasi

Laboratorium harus memiliki Prosedur Pengendalian Mutu untuk memantau validitas pengujian yang dilakukan. Data yang dihasilkan harus direkam sedemikian rupa sehingga kecenderungan yang terjadi dapat dideteksi dan bilamana memungkinkan teknik statistik harus dipakai dalam mengkaji ulang hasil-hasil. Laboratorium yang melakukan pengendalian untuk memantau unjuk kerja dan keabsahan pengujian/kalibrasi yang dilakukan.

j) Pelaporan hasil

Laboratorium yang melaporkan setiap hasil pekerjaannya dengan akurat, jelas, tidak meragukan dan objektif dalam bentuk laporan hasil pengujian yang digunakan. Hasil setiap pengujian, maupun rangkaian pengujian yang dilakukan oleh laboratorium harus dilaporkan secara teliti, jelas, tidak samar-samar dan obyektif, sesuai dengan petunjuk dalam metode pengujian.

3. DOKUMENTASI SISTEM MUTU

1. Persyaratan umum

Organisasi harus menetapkan, mendokumentasikan, menerapkan dan memelihara suatu Sistem Manajemen Mutu dan secara berkelanjutan menyempurnakan efektivitasnya sesuai dengan persyaratan Sistem Manajemen Mutu.

Organisasi harus:

- Menetapkan proses-proses yang perlu untuk sistem manajemen mutu dan aplikasinya di dalam organisasi
- Menentukan urutan dan interaksi dari proses-proses tersebut
- Menentukan kriteria dan metoda yang dibutuhkan untuk menjamin bahwa pelaksanaan dan pengendalian proses-proses tersebut efektif
- mendukung operasi dan pemantauan proses-proses tersebut.
- Memantau, mengukur, jika dapat diterapkan dan menganalisis proses-proses tersebut

- Menetapkan tindakan yang perlu untuk mencapai hasil yang direncanakan dan penyempurnaan berkelanjutan terhadap proses-proses tersebut.

2. Persyaratan dokumentasi mutu

a) Persyaratan umum dokumentasi:

➤ Pernyataan terdokumentasi tentang kebijakan mutu dan sasaran mutu

➤ Manual mutu

➤ Prosedur-prosedur terdokumentasi dan catatan yang dipersyaratkan oleh standar ISO (6 prosedur)

➤ Dokumen-dokumen termasuk catatan yang ditetapkan organisasi yang penting untuk memastikan perencanaan, operasi dan pengendalian yang efektif terhadap proses-proses.

b) Manual mutu

Organisasi harus menetapkan dan memelihara manual mutu, meliputi:

➤ Cakupan umum, termasuk perincian dan alasan untuk pengecualian

➤ Prosedur terdokumentasi yang ditetapkan untuk sistem manajemen mutu, atau rujukannya

➤ Penjelasan interaksi antara proses-proses dari sistem manajemen mutu

c) Pengendalian dokumen:

Dokumen yang dipersyaratkan oleh standar ISO harus dikendalikan. Rekaman yang dihasilkan juga harus dikendalikan. Prosedur terdokumentasi harus ditetapkan untuk mendefinisikan pengendalian yang diperlukan:

➤ Untuk menyetujui dokumen untuk kecukupan sebelum terbit

➤ Untuk menelaah dan memperbaharui sebagaimana perlu, dan persetujuan ulang dokumen

- Untuk memastikan bahwa perubahan dan status revisi terkini dari dokumen teridentifikasi
 - Untuk memastikan bahwa versi yang relevan dari dokumen yang dapat diterapkan tersedia di tempat pengguna
 - Untuk memastikan bahwa dokumen tetap dapat terbaca dan segera dapat teridentifikasi
 - Untuk memastikan bahwa dokumen yang berasal dari luar organisasi yang ditetapkan oleh organisasi yang penting untuk perencanaan dan operasi sistem manajemen mutu diidentifikasi dan distribusinya dikendalikan
 - Untuk mencegah penggunaan tidak disengaja dokumen kedaluwarsa, dan untuk menerapkan identifikasi yang sesuai pada dokumen bila disimpan untuk maksud apapun
- d) Pengendalian arsip:
- Catatan yang ditetapkan untuk memberikan bukti kesesuaian thd persyaratan dan bukti operasi yang efektif dari sistem manajemen mutu harus dikendalikan.
 - Organisasi harus menetapkan prosedur terdokumentasi untuk mendefinisikan pengendalian yang diperlukan untuk identifikasi, penyimpanan, perlindungan, pengambilan, lama simpan, dan pemusnahan catatan.
 - Catatan harus tetap dapat terbaca, segera dapat teridentifikasi dan dapat diakses kembali

3. Tanggung jawab manajemen

- a) Komitmen manajemen: Manajemen puncak harus menyediakan bukti komitmennya untuk mengembangkan dan melaksanakan sistem manajemen mutu secara berkelanjutan, menyempurnakan efektivitasnya dengan:
- mengkomunikasikan pentingnya memenuhi persyaratan pelanggan, perundangan dan peraturan yang berlaku
 - menetapkan kebijakan mutu

- menetapkan sasaran mutu
- melakukan tinjauan manajemen
- Memastikan ketersediaan sumber daya

b) Fokus pelanggan:

Manajemen puncak harus memastikan bahwa persyaratan pelanggan ditentukan dan dipenuhi dengan sasaran meningkatkan kepuasan pelanggan.

c) Kebijakan mutu:

Manajemen puncak memastikan bahwa kebijakan mutu:

- Sesuai dengan tujuan organisasi
- Memuat komitmen untuk mematuhi persyaratan dan secara berkelanjutan akan menyempurnakan efektivitas sistem manajemen mutu
- Menyediakan kerangka kerja untuk menetapkan dan menelaah sasaran-sasaran mutu
- Dikomunikasikan dan dipahami oleh semua karyawan
- Ditelaah untuk kesesuaian berkelanjutan

d) Perencanaan sistem manajemen mutu

- Sasaran mutu; untuk memenuhi persyaratan produk ditetapkan pada fungsi dan level yang relevan di dalam organisasi; harus dapat terukur dan konsisten dengan kebijakan mutu
- Perencanaan sistem manajemen mutu: dalam rangka memenuhi persyaratan, sebagaimana juga sasaran mutu; Integritas sistem manajemen mutu dipelihara bila perubahan pada sistem manajemen mutu direncanakan dan dilaksanakan

e) Tanggung jawab, wewenang, dan komunikasi

- Tanggung jawab dan wewenang: harus memastikan bahwa tanggung jawab dan wewenang didefinisikan dan dikomunikasikan di dalam organisasi

- Wakil manajemen (MR): harus menunjuk seseorang anggota manajemennya untuk tanggung jawab dan wewenang meliputi:

- ✚ Memastikan bahwa proses yang diperlukan untuk sistem manajemen mutu ditetapkan, dilaksanakan dan dipelihara
- ✚ Melaporkan pada manajemen puncak mengenai kinerja sistem manajemen mutu dan setiap kebutuhan untuk penyempurnaan
- ✚ Memastikan pengembangan kesadaran mengenai persyaratan pelanggan di dalam organisasi

f) Komunikasi internal:

Manajemen puncak harus memastikan bahwa proses komunikasi yang sesuai ditetapkan dalam organisasi dan bahwa komunikasi mengenai efektivitas sistem manajemen mutu berlangsung.

g) Telaah manajemen:

- Umum

- ✚ Manajemen puncak harus menelaah sistem manajemen mutu organisasi, pada interval yang terencana, untuk memastikan kesesuaian yang berkelanjutan, kecukupan, dan efektivitas
- ✚ Penelaahan harus meliputi penilaian kesempatan untuk penyempurnaan dan kebutuhan untuk perubahan sistem manajemen mutu termasuk kebijakan dan sasaran mutu

- Masukan penelaahan:

- ✚ Agenda tinjauan manajemen ditetapkan mencakup:
- ✚ Hasil audit
- ✚ Umpan balik/keluhan pelanggan,
- ✚ Kinerja proses dan kesesuaian produk
- ✚ Status tindakan pencegahan dan perbaikan

- ✚ Tindak lanjut dari penelaahan manajemen sebelumnya
- ✚ Perubahan yang dapat mempengaruhi sistem manajemen mutu
- ✚ Rekomendasi/saran untuk penyempurnaan

➤ Hasil penelaahan:

Hasil dari penelaahan manajemen harus meliputi keputusan dan tindak lanjut yang berhubungan dengan:

- ✚ Penyempurnaan efektivitas sistem manajemen mutu dan proses-prosesnya
- ✚ Penyempurnaan produk yang berhubungan dengan persyaratan pelanggan
- ✚ Sumberdaya yang diperlukan

BAB III

PENUTUP

3.1 Simpulan

Standar Operasional Prosedur (SOP) adalah suatu standar atau pedoman tertulis yang dipergunakan untuk mendorong dan menggerakkan suatu kelompok. SOP merupakan tatacara atau tahapan untuk mencapaitujuan organisasi,dibakukan dan yang harus dilalui untuk menyelesaikan suatu proses kerja tertentu.

Standar Operasional Prosedur atau disingkat dengan SOP dalam sebuah laboratorium sangat diperlukan dalam upaya membentuk sistem pelayanan dan pengelolaan laboratoriumyang ideal.

Ada tiga bagian Standar Operasional Prosedur bekerja di laboratorium, yaitu : sebelum melakukan praktikum , selama melakukan praktikum dan setelah melakukan praktikum.

Keselamatan kerja dilaboratorium menyangkut dengan keselamatan orang yang melakukan kegiatan di laboratorium dan keselamatan alat alat yang digunakan di laboratorium.

3.2 Saran

Alangkah lebih baik jika sebelum menyusun standar oprasional bekerja dilaboratorium terlebih dahulu penyusun melakukan observasi terhadap labolatorium kemudian menyesuaikannya dengan standar oprasional yang berlaku yang telah ditetapkan oleh kementrian pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. *Inventarisasi Dan Pengelolaan Laboratorium*
- Bahrudin, Maswati dan Aziz, Fitria. 2013. *Modul Manajemen Laboratorium*. Makasar: Jurusan Kimia UIN Alauddin.
- Buku Acuan Standar Mutu. 2008. SNI-ISO-IEC-17025-2008-Standard. Badan Standardisasi Nasional, 2015 (<http://www.bsn.go.id>)
- Fatchiyah. 2016. *Laboratorium Berbasis SNI ISO/IEC 17025:2008*. Universitas Brawijaya: Malang
- Jamaludin, dkk. 2017. *Modul Pelatihan Manajemen Laboratorium*. Makasar: Universitas Negeri Makasar.
- Kurniawati, Yati. 2017. *Panduan Pengelolaan Dan Pemanfaatan Laboratorium IPA*. FMIPA: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kurniawati, Yati. 2017. *Panduan Pengelolaan Dan Pemanfaatan Laboratorium IPA*. FMIPA: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Pelatihan Penyusunan Dokumentasi Sistem Manajemen Laboratorium SNI ISO/IEC 17025:2008. Badan Standardisasi Nasional, 2015 (<http://www.bsn.go.id>)
- Sisunandar. 2015. *Perencanaan, Pengembangan Dan Safety Laboratorium IPA*. Yogyakarta: Pustaka Belajar
- Sekarwinahyu, Mestika. *Manajemen Laboratorium*.
- Sutara, T dan Sahromi, M. 1999. *Pengelolaan Laboratorium I (BMP 10) dan Pengelolaan Laboratorium II (BMP 11) Buku Materi Pokok Pengelolaan Pengajaran Biologi*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Utari, Rahmania. Penguatan dan Perluasan Fungsi Laboratorium Pada Rumpun Ilmu Sosial Di Perguruan Tinggi. *Jurnal Dinamika Pendidikan*, XXII(1), Mei 2017, h. 16-27.
- Widodo, Lestanto Unggul. *Dasar-dasar Praktikum Mikrobiologi*.
- Yudianto, Muhammad Hasan. *Laporan Praktikum Kimia Dasar*. 2015